



C1P8. ANALISIS DE PARTICIPACION DE LABORATORIOS DE SUELOS EN EL PROGRAMA PROINSA

Ciarlo¹, Esteban A.; Cosentino¹, Diego J., García², Mirta G. y González¹ Franco A.

1 Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

2 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales – Universidad de La Plata

* e-mail de contacto: ciarlo@agro.uba.ar

RESUMEN

Pese a la trascendencia que tiene la calidad de los laboratorios de suelos en la toma de decisión de prácticas como la fertilización, la siembra o plantación de cultivos, el manejo del suelo, las rotaciones, etc. no fue sino recién en el año 2009 que se creó el primer programa nacional de comparación y control de muestras de suelo (interlaboratorio) llamado PROINSA. El objetivo de este trabajo es evaluar la participación de los laboratorios de suelos e identificar la frecuencia con que cada analito fue evaluado en general en las Rondas Interlaboratorios del PROINSA desde el año 2010 hasta el 2017. La primera aproximación fue evaluar la cantidad total y el porcentaje del total de laboratorios inscriptos realizaban cada ensayo en cada año, con el objetivo de relevar los análisis más comunes y los menos incorporados por los laboratorios de suelos. Luego, se calculó para cada ronda un porcentaje de participación promedio de los laboratorios para todos los ensayos en esa ronda, con el objetivo de evaluar que proporción de los ensayos propuestos en el programa eran realmente analizados. La cantidad de laboratorios participantes fue aumentando luego de iniciado el programa hasta estabilizarse en un número cercano a 95 a partir del año 2012. El porcentaje de laboratorios que presentaron resultados de cada analito fue bastante similar entre las rondas ejecutadas, por lo que puede separarse a los ensayos en base a estos resultados en tres grupos: muy usuales (Cox, Pext y pH), usuales (N total, nitratos y conductividad eléctrica) y poco usuales (CIC, bases de cambio y sulfatos). Desde el año 2011 la participación promedio de los laboratorios en los ensayos ofrecidos es del 70%, es decir que en promedio los resultados para cada analito son presentados para su evaluación por 7 de cada 10 laboratorios.

Palabras clave: Programa, Interlaboratorios, Participación

INTRODUCCIÓN

La producción en Argentina tiene una importante experiencia e historia en buscar la manera de hacer eficiente el uso de cada gramo de fertilizante, básicamente porque siempre ha representado un elevado costo sobre el margen bruto de la actividad agropecuaria. La búsqueda de la mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes ha llevado a los profesionales, científicos y técnicos relacionados con la agricultura a promover el uso del muestreo y análisis de suelo como herramientas básicas para conocer el estado de fertilidad de cada lote. En esquemas de producción sustentables el análisis del suelo es una herramienta esencial para el monitoreo de la calidad productiva del recurso, en general, y, en particular, para decidir la aplicación eficiente de fertilizantes, a fin de evitar el agotamiento de las reservas del suelo y también los pasivos ambientales por exceso o mal uso de los nutrientes incorporados al sistema (García *et al.*, 2016).

Pese a la trascendencia que tiene la calidad de los laboratorios de suelos en la toma de decisión de prácticas como la fertilización, la siembra o plantación de cultivos, la compra/venta de campos, el manejo del suelo, las rotaciones, etc. no fue sino recién en el año 2009 que se creó el primer programa nacional de comparación y control de muestras de suelo (interlaboratorio) llamado PROINSA. El Programa Nacional de Interlaboratorios de suelos agropecuarios (PROINSA) aúna a tres instituciones gubernamentales, el Ministerio de Agroindustria, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y a una ONG científica, la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACCS). En Argentina, los informes del PROINSA son públicos, y están publicados online en la página web del Ministerio de Agroindustria (Agroindustria, 2017). Existen antecedentes de estos programas en varios países, con alcance local, como los ejecutados en Brasil, Chile y Estados Unidos, y otros con difusión y participación más global, tal es el caso del reconocido WEPAL (Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories –Wepal) de la Universidad de Wageningen, en Holanda o el ASPAC (Australasian Soil and Plant Analysis Council) en Australia, Nueva Zelanda y Región del Pacífico y Sudeste de Asia.

Existen antecedentes en otros países de publicación de evaluaciones de Programas Interlaboratorios (Sadzawka *et al.*, 2005; Visser, 2006; ISE, 2013). Recientemente, se evaluó la evolución en el desempeño de dos poblaciones de



laboratorios, una conformada por los laboratorios que participaron en todas las rondas, desde el comienzo del PROINSA, y la segunda por aquellos laboratorios que lo hicieron de manera discontinua, en las rondas 2014 y 2015 (García *et al.*, 2016). Sin embargo, aún se carece de análisis de la participación de los laboratorios en cuanto a su cantidad y a que ensayos se presentan con mayor frecuencia para el programa PROINSA. El objetivo de este trabajo es evaluar la participación de los laboratorios de suelos e identificar la frecuencia con que cada analito fue evaluado en general en las Rondas Interlaboratorios del PROINSA desde el año 2010 hasta el 2017.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción general de las rondas del Programa Interlaboratorios del PROINSA

El Programa Nacional de Interlaboratorios de suelos agropecuarios (PROINSA), coordinado por el Ministerio de Agroindustria dependiente del poder Ejecutivo nacional, tuvo su primera versión en el año 2009, y luego tuvo rondas anuales ininterrumpidamente hasta el 2017 inclusive. Para este trabajo se considerarán todas las rondas excepto la ronda 2009 ya que fue una prueba piloto, con pocos laboratorios intervinientes y especialmente seleccionados por el PROINSA por su experiencia e historia como laboratorios de análisis. Los laboratorios participantes provinieron de toda la Argentina, aunque la mayoría de ellos fueron de la Región Pampeana (García *et al.*, 2016), principal zona productora de granos del país.

La cantidad de ensayos a presentar quedó a elección de cada laboratorio, aunque todos ellos representan condiciones edáficas de relevancia agronómica. En todas las rondas existen ensayos definitivos y ensayos exploratorios (Tabla 1), difiriendo los mismos a través de los años. Los ensayos exploratorios son relevados en forma preliminar para evaluar la variabilidad general de los resultados analíticos. No se consideró en este trabajo la evaluación de la humedad gravimétrica dado que se solicitó sólo en uno de los años estudiados (2010). La metodología utilizada para cada ensayo también quedó a elección de cada laboratorio, aunque debió ser informada en todos los casos.

Tabla 1: Ensayos definitivos y exploratorios realizados en las rondas del PROINSA. Nt: Nitrógeno total. Pext: Fósforo extractable. Cox: Carbono oxidable. HG: Humedad gravimétrica. CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico. Ca, Mg, Na y K corresponden a los ensayos de Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio intercambiables. D: Ensayo definitivo; E: Ensayo exploratorio; N: Ensayo no realizado.

Año	Ensayos												Ce (dS/m)
	Nt (g/100 g)	Pext (mg/kg)	Cox (g/100g)	pH	HG (%)	CIC (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Na (cmol/kg)	K (cmol/kg)	Nitratos (mg/kg)	Sulfatos (mg/kg)	
2009	D	D	D	N	E	N	N	N	N	N	N	N	N
2010	D	D	D	D	E	N	N	N	N	N	N	N	N
2011	D	D	D	D	N	D	D	D	D	D	E	E	N
2012	D	D	D	D	N	D	D	D	D	D	D	E	N
2013	D	D	D	D	N	D	D	D	D	D	D	E	N
2014	D	D	D	D	N	D	D	D	D	D	D	E	E
2015	D	D	D	D	N	D	D	D	D	D	D	E	N
2016	D	D	D	D	N	D	D	D	D	D	D	E	N
2017	D	D	D	D	N	D	D	D	D	D	D	E	E

Análisis de los datos provenientes de las distintas rondas del Programa Interlaboratorios del PROINSA

La primera aproximación fue evaluar la cantidad de laboratorios intervinientes, y que porcentaje del total de laboratorios inscriptos realizaban cada ensayo en cada año, con el objetivo de relevar los análisis más comunes y los menos incorporados por los laboratorios de suelos. Como a partir del año 2013 se entregaron dos ítems de ensayo por ronda, identificados como “muestra A” y “muestra B”, la cantidad de laboratorios que determinó cada analito surgió del promedio de la cantidad de laboratorios que analizaron cada analito entre ambas muestras. Luego, con el porcentaje de determinación de cada ensayo por los laboratorios inscriptos, se calculó para cada ronda un porcentaje de participación



promedio de los laboratorios para todos los analitos en esa ronda, con el objetivo de evaluar la proporción de los ensayos propuestos en el programa que eran realmente analizados por los laboratorios, según la ecuación 1:

$$\% \text{ de Participación} = \frac{\sum_i n(\% \text{ particip en ensayo } i)}{n} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde n es el número de ensayos totales propuestos para cada ronda del PROINSA

Valores altos de participación indicarían que la mayoría de los laboratorios realizó la mayoría de las determinaciones, y valores bajos indicarían que la mayoría de los laboratorios realizó en promedio, una cantidad estrecha de determinaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Laboratorios intervinientes

La ronda del año 2009 fue la prueba piloto, con pocos laboratorios (Tabla 2), y luego la cantidad de laboratorios participantes fue aumentando hasta estabilizarse en un número cercano a 95 a partir del año 2012.

Tabla 2: Cantidad de laboratorios participantes en el PROINSA desde sus inicios en el año 2009 hasta la ronda 2017.

Año	Cantidad de laboratorios participantes
2010	69
2011	80
2012	95
2013	98
2014	92
2015	95
2016	96
2017	96

Determinación del porcentaje de laboratorios que presentaron resultados por analito y por ronda

El porcentaje de laboratorios que presentaron resultados de cada analito fue bastante similar entre las rondas ejecutadas, por lo que puede separarse a los analitos en base a estos resultados en tres grupos: muy usuales, usuales y poco usuales (Tablas 3,4 y 5 respectivamente).

Tabla 3. Lista de los analitos más usuales incluidos en las rondas PROINSA. N: cantidad total de laboratorios, n: número de laboratorios que presentaron resultados para cada analito y porcentaje de laboratorios que presentaron resultados para cada analito ($n/N \times 100$). Cox: Carbono oxidable; Pext: Fósforo extractable.

	Total Labs N	Cox		P ext		pH	
		n	%	n	%	n	%
Ronda 2010	69	69,0	100,0	69,0	100,0	69,0	100,0
Ronda 2011	80	77,0	96,3	77,0	96,3	77,0	96,3
Ronda 2012	95	95,0	100,0	95,0	100,0	95,0	100,0
Ronda 2013	98	97,5	99,5	98,0	100,0	96,5	98,5
Ronda 2014	92	89,5	97,3	88,5	96,2	90,5	98,4
Ronda 2015	95	89,5	94,2	90,0	94,7	91,0	95,8
Ronda 2016	96	92,0	95,8	91,0	94,8	95,0	99,0
Ronda 2017	96	93,0	96,9	89,0	92,7	92,0	95,8
Promedio	90		97%		97%		98%



En los tres analitos más usuales, C oxidable, P extractable y pH, la ronda 2010 fue la que presentó la mayor participación de los laboratorios (Tabla 3), 100 % en los tres casos, y dicho porcentaje disminuyó y se estabilizó en el tiempo. En la primera ronda analizada, 2010, tanto la cantidad de laboratorios como la de analitos incluidos (Tabla 1), fueron las menores entre todas las rondas, lo que puede explicar esta participación masiva de los laboratorios. Tanto para P extractable como para pH, la última ronda (2017) fue la que presentó los menores valores de participación. No obstante, las tres propiedades presentan un elevado promedio de participación cercano al 97-98%.

Tabla 4. Lista de los analitos usuales incluidos en las rondas PROINSA. N: cantidad total de laboratorios, n: número de laboratorios que presentaron resultados para cada analito y porcentaje de laboratorios que presentaron resultados para cada analito ($n/N \times 100$). Nt: Nitrógeno total; CE: Conductividad eléctrica; nc: no corresponde por no estar incluido en la ronda

	Total Labs N	Nt		Nitratos		CE	
		n	%	n	%	n	%
Ronda 2010	69	52,0	75,4	nc	nc	nc	nc
Ronda 2011	80	55,0	68,8	58,0	72,5	nc	nc
Ronda 2012	95	65,0	68,4	76,0	80,0	nc	nc
Ronda 2013	98	71,0	72,4	80,0	81,6	nc	nc
Ronda 2014	92	65,0	70,7	68,5	74,5	60,5	65,8
Ronda 2015	95	62,0	65,3	70,0	73,7	nc	nc
Ronda 2016	96	65,0	67,7	75,0	78,1	nc	nc
Ronda 2017	96	62,0	64,6	72,0	75,0	64,0	66,7
Promedio	90		69%		76%		66%

A pesar de que el N total y principalmente los contenidos de nitratos son incluidos dentro de los modelos de fertilización más comunes, estos analitos fueron presentados en promedio y en cada ronda, por una proporción menor de laboratorios que las determinaciones de C oxidable o P extractable (Tabla 4). Es probable que la alta difusión regional del cultivo de soja, donde parece no ser rentable ni consistente la fertilización con N (Gutiérrez Boem y Salvaggiotti, 2014), sea una de las causas, sumada a técnicas más engorrosas o heterogéneas, de la menor adopción de estas determinaciones. En el caso del N total ocurrió la misma tendencia en el tiempo que en el caso de los analitos más usuales de la Tabla 1: el porcentaje de laboratorios que presentaron resultados de N total fue máximo en la ronda 2010, y luego fue estabilizándose y disminuyendo, siendo la disminución más evidente en las últimas tres rondas. En el caso de los nitratos, en la primera ronda en que se incluyó (2011), donde este análisis tuvo el carácter de exploratorio, la participación fue la menor de todas, mientras que a partir de la ronda 2012, donde se estableció como analito dentro de la evaluación de performance, la participación fue estable y relativamente alta, con un porcentaje promedio de 77% de los laboratorios presentando resultados de nitratos. Los resultados mostrados indican que dos de cada tres laboratorios participaron voluntariamente en la presentación de resultados de conductividad eléctrica, incluida como analito exploratorio en solamente dos rondas, 2014 y 2017. Es probable que la medición de esta variable se dé en la realidad en un porcentaje de laboratorios de suelos bastante mayor al 66%, debido a que es un ensayo exploratorio sencillo, con bajo requerimiento de equipamiento y drogas, y con alto poder explicativo sobre el crecimiento de las plantas.



Tabla 5. Lista de los analitos menos usuales incluidos en las rondas PROINSA. N: cantidad total de laboratorios, n: número de laboratorios que presentaron resultados para cada analito y porcentaje de laboratorios que presentaron resultados para cada analito ($n/N \times 100$). CIC: Capacidad de intercambio catiónico; Ca: Calcio intercambiable; Mg: Magnesio intercambiable; Na: Sodio intercambiable; K: Potasio intercambiable; nc: no corresponde por no estar incluido en la ronda

	Total Labs N	CIC		Ca		Mg		Na		K		Sulfatos	
		n	%	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%
Ronda 2010	69	nc	nc	nc	nc	nc	nc	Nc	nc	nc	nc	nc	nc
Ronda 2011	80	41,0	51,3	52,0	65,0	52,0	65,0	53,0	66,3	54,0	67,5	37,0	46,3
Ronda 2012	95	48,0	50,5	53,0	55,8	53,0	55,8	53,0	55,8	54,0	56,8	50,0	52,6
Ronda 2013	98	51,0	52,0	56,0	57,1	55,0	56,1	54,0	55,1	56,0	57,1	47,0	48,0
Ronda 2014	92	46,0	50,0	52,0	56,5	52,0	56,5	49,0	53,3	48,0	52,2	47,5	51,6
Ronda 2015	95	51,0	53,7	60,0	63,2	59,0	62,1	57,0	60,0	58,0	61,1	40,0	42,1
Ronda 2016	96	49,5	51,6	59,0	61,5	58,0	60,4	57,0	59,4	58,0	60,4	43,0	44,8
Ronda 2017	96	49,0	51,0	56,0	58,3	55,0	57,3	52,0	54,2	54,0	56,3	45,0	46,9
Promedio	90		51		60		59		58		59		47

Los analitos con menores porcentajes de participación por los laboratorios fueron la capacidad de intercambio catiónico (CIC), los contenidos de bases (calcio, magnesio, sodio y potasio) intercambiables y de sulfatos (Tabla 5); estos resultados eran esperados dado que los modelos de fertilización para los principales cultivos no incluyen a estos parámetros, ni siquiera a los contenidos de sulfatos por su baja exactitud y precisión o por lo costoso del equipamiento necesario para medirlos (Echeverría *et al.*, 2014). Dentro de este grupo, la medición de las bases intercambiables presentan los valores de participación mayores, de alrededor del 60% de los laboratorios. Nuevamente, el porcentaje de laboratorios que presentaron resultados de bases intercambiables fue máximo en la primera ronda donde fueron incluidos, en el año 2011, y luego fue disminuyendo y estabilizándose. Por el contrario, el porcentaje de laboratorios que presentaron resultados de CIC y contenidos de sulfatos, se mantuvieron desde sus inicios en un valor estable correspondiente a alrededor de la mitad de los laboratorios participantes de la ronda.

Participación de los laboratorios por ronda

Si promediamos la participación de los laboratorios de todos los ensayos en cada ronda, se observa nuevamente como disminuye la participación general luego de las primeras rondas (Figura 1); esto es especialmente evidente luego de la ronda 2010, ya que a partir de la ronda 2011 se incorporaron propiedades menos demandadas por los clientes y por lo tanto menos incorporadas por los laboratorios de suelos, como por ejemplo las mediciones de CIC y de contenidos de bases intercambiables. En la última ronda se dio el valor de participación más bajo, indicando que, en promedio, para cada analito el 68% de los laboratorios inscriptos presentaron resultados.

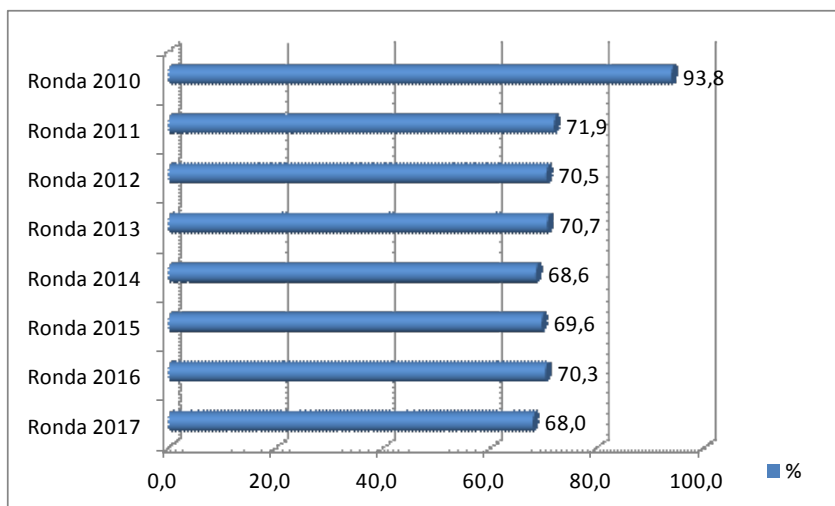


Figura 1: Porcentaje de participación de los laboratorios, obtenido del promedio de participación entre los analitos ofrecidos en cada ronda.

CONCLUSIONES

La cantidad de laboratorios participantes fue aumentando luego de iniciado el programa en el 2009 hasta estabilizarse en un número cercano a 95 a partir del año 2012.

El porcentaje de laboratorios que presentaron resultados de cada analito fue bastante similar entre las rondas ejecutadas, por lo que puede separarse a los analitos en base a estos resultados en tres grupos: muy usuales (Cox, Pext y pH), usuales (N total, nitratos y conductividad eléctrica) y poco usuales (CIC, bases de cambio y sulfatos). Pese a que la determinación de nitratos es clave en la fertilización de muchos cultivos, no forma parte de los analitos más usuales que los laboratorios analizaron posiblemente por el impacto de la soja o por la complejidad de su determinación.

La mayoría de los analitos presentó su pico de participación entre los laboratorios en la primera ronda en la que participaron y luego su participación disminuyó y estabilizó en porcentajes menores. Es probable que en cada ronda son más los ensayos propuestos y no todos los laboratorios tienen la infraestructura para hacerlos todos. No obstante, desde el año 2011 la participación promedio de los laboratorios en los analitos ofrecidos es del 70%, es decir que en promedio los resultados para cada analito son presentados para su evaluación por 7 de cada 10 laboratorios.

BIBLIOGRAFÍA

- Echeverría H.; N. Reussi Calvo & A. Pagani. 2014. Capítulo 10: Azufre. En: y García F. (Eds.). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. 2da ed. Ediciones INTA. Buenos Aires. 904 pp.
- García M.; D. Cosentino; M. Ostinelli; D. Carreira; E. Ciarlo; J. Kawior & S. Forestieri. 2016. PROINSA: experiencias de un programa de interlaboratorios público-privado. Actas del XXI Congreso Latinoamericano y XV Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, 24-28 de octubre de 2016 en Quito, Ecuador.
- Gutiérrez Boem F. & F. Salvaggiotti. 2014. Capítulo 16: Soja. En: Echeverría H. y García F. (Eds.). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. 2da ed. Ediciones INTA. Buenos Aires. 904 pp.
- ISE International Soil-analytical Exchange. 2013. Quarterly Report 2013. July-september 2013:119. Wageningen evaluating programs for analytical laboratories. Wageningen University.
- Sadzawka, R.; R. Grezz, R. & MA Carrasco. 2005. Evaluación analítica de laboratorios de análisis de suelos en Chile. R.C. Suelo Nutr. Veg., dic. 2005. 2: 26-34. ISSN 0718-2791.
- Visser R.G. 2006. Interpretation of interlaboratory comparison results to evaluate laboratory proficiency. Accred Qual Assur 10: 521-526. DOI 10.1007/s00769-005-0051-2



C1P9. FRACCIONAMIENTO DEL CARBONO ORGÁNICO BAJO AGRICULTURA CONTINÚA, EFECTO DE USO Y MANEJO EN EL CULTIVO DE TABACO

Colque, Raúl A.; Mendoza, José N.; Torres, Pablo A. y Quispe, Joaquín E.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47 San Salvador de Jujuy. Argentina.
raul_a_colque@hotmail.com

RESUMEN

La producción tabacalera ocupa la mayor superficie del Valle Los Pericos (Pcia. de Jujuy). Este cultivo requiere numerosas labores del suelo para su implantación, provocando un deterioro físico, químico y biológico difícil de revertir. Como consecuencia de estos procesos, se ha observado un estado de agregación pobre, un aumento de la densidad aparente y pérdida en el contenido de materia orgánica, situaciones que han contribuido a agravar los procesos de erosión ya existentes. El objetivo del trabajo fue evaluar las fracciones del carbono orgánico particulado (COP) y determinar cuál de ellas presenta mayor sensibilidad en los distintos sistemas de manejos de suelo en monocultivo de tabaco. Se trabajó sobre un suelo representativo del área bajo estudio (serie Monterrico). Se evaluó el efecto que genera sobre el funcionamiento del suelo, el monocultivo de tabaco labrado en forma convencional (TM), comparando a su vez dichos resultados con otros planteos productivos bajo el mismo sistema de labranza, pero que incluyen a la rotación del cultivo de tabaco con gramíneas (TG). Paralelamente se evaluó las mismas variables edáficas en situaciones con bajo grado de disturbio (T), las que fueron tomadas como de referencia. El fraccionamiento del carbono orgánico particulado se determinó mediante el método de Cambardella & Elliot (1992). Las variables evaluadas fueron: carbono orgánico particulado total (COPT), carbono orgánico particulado grueso (COPG 100 – 2000 μm), carbono orgánico particulado fino (COPF 50 a 100 μm), carbono orgánico asociado a la fracción mineral (COA < 50 μm) y el carbono orgánico total (COT). Todas lograron diferenciarse estadísticamente entre los distintos manejos, la fracción COPG fue la más sensible a TM, registrando una caída de un 90 % con respecto al T, el manejo TG registro un incremento entre un 40 a 70 % con respecto a TM.

Palabras clave: carbono particulado grueso y fino – monocultivo - gramíneas

INTRODUCCIÓN

La conversión de ecosistemas naturales en agrosistemas, así como el aumento de la intensidad de labranza, han provocado una disminución en el contenido del carbono orgánico del suelo y contribuido al aumento de la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera (Viglizzo *et al.*, 2011). Los efectos del uso agrícola se pueden monitorear a través del registro de transformaciones químicas y fisico-químicas en el suelo. En tal sentido, la evolución de los componentes orgánicos, en función del uso y manejo del suelo, proveen herramientas para el diseño o selección de mejores prácticas o sistemas productivos (Schwenke *et al.*, 2003). El carbono orgánico total (COT) en los suelos agrícolas tiene un tiempo de ciclado de décadas o siglos, por tanto, los cambios debidos a las prácticas de manejo y al uso del suelo son difíciles de detectar (Purakayastha *et al.*, 2008). Sin embargo, fracciones orgánicas lábiles como el carbono orgánico particulado (COP) se han utilizado en lugar del COT como indicadores sensibles de los cambios en la calidad del suelo (Bayer *et al.*, 2004; Eiza *et al.*, 2005).

A su vez, la materia orgánica edáfica juega un rol destacado en su contribución a la estabilidad estructural (Álvarez *et al.*, 2006; Castiglioni *et al.*, 2013), siendo especialmente la fracción más lábil, la que principalmente se modifica a partir de los cambios sufridos por el uso de la tierra (Álvarez *et al.*, 2012). Los cambios en las prácticas de manejo o uso del suelo también pueden alterar las propiedades químicas de las sustancias húmicas del suelo (Moraes *et al.*, 2011). El objetivo del trabajo fue evaluar las fracciones del COP y determinar cuál de ellas es más sensible a los efectos de los distintos sistemas de labranza en monocultivo de tabaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y ambiente

Los departamentos de la Provincia de Jujuy donde se desarrolla la actividad tabacalera son: Dr. Manuel Belgrano, El Carmen, San Antonio y Palpalá (Figura 1). El presente estudio se realizó en el departamento El Carmen, un área comprendida dentro del Valle Los Pericos (Figura 1). La temperatura media del mes de enero es de 23.5 °C, y la de julio 12 °C. El régimen de lluvias es típicamente monzónico, siendo la precipitación media anual de 600 mm (Braun *et al.*, 2001). Los establecimientos estudiados corresponden a la serie Monterrico clasificados como Haplustoles fluventicos (USDA 1998).

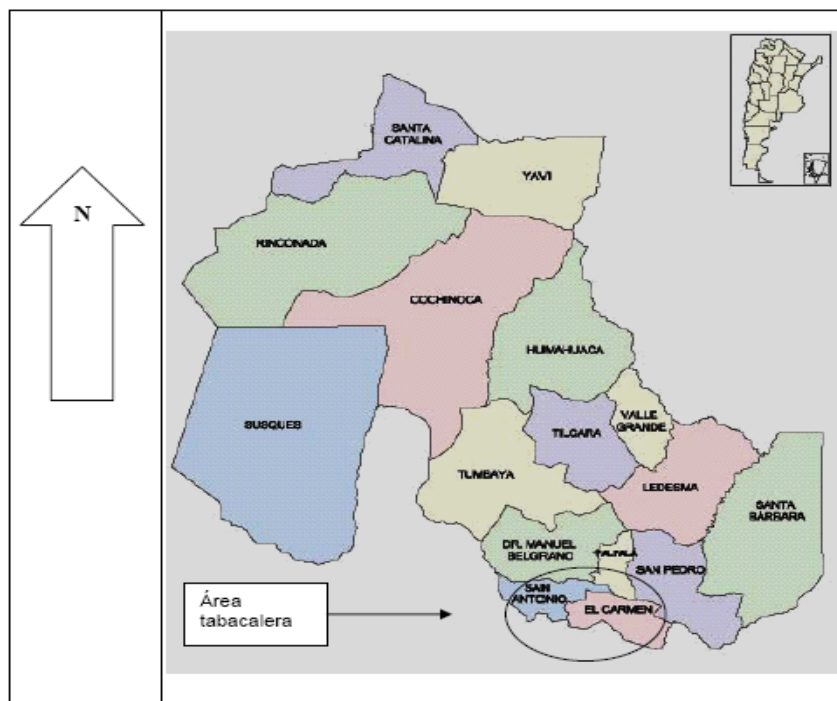


Figura 1: Área tabacalera del Valle Templado de Jujuy

Muestreo

El muestreo se realizó a mediados de noviembre de la campaña 2014/15, dentro de cada establecimiento se tomaron muestras compuestas, previamente se delimitó un área representativa de 2 hectáreas y en cada una de ellas, se tomaron una muestra compuesta a dos profundidades de 0-20 y 20-40 cm formadas por 10-12 submuestras. Se tomaron 3 repeticiones para cada tratamiento donde a cada repetición le correspondió un establecimiento distinto.

Determinación

El fraccionamiento del carbono orgánico particulado se determinó mediante el método de Cambardella & Elliot, (1992). Se obtuvo la fracción asociada a la fracción mineral (COA < 50 µm), la fracción fina (COPF 50 – 100 µm) y la fracción gruesa (COPG 100-2000 µm). El carbono presente en la fracción gruesa y fina fue cuantificado mediante la técnica de Walkley & Black (Nelson & Sommers, 1982), mientras que la asociada a la fracción mineral (COA) se estimó por diferencia respecto al carbono orgánico total del suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El COT, COA, COPG, COPF y COPT superficial (0-20 cm) tuvieron similar comportamiento en los distintos manejos (TM, TG y T), logrando diferenciarse estadísticamente, presentando valores superiores el T, le sigue TG y los más bajos TM, hubo una marcada reducción en todas las variables evaluadas, caídas entre un 60 y un 90 % en TM con



respecto al suelo de referencia (T), siendo la más afectada el COPG registrando una caída del 90 %, evidentemente el efecto de las excesivas labranzas se hizo notar, cuanto más intenso y agresivo sea el laboreo, mayor será la disminución del nivel de carbono orgánico (CO) en el suelo (Studdert & Echeverría, 2000) debido a una mayor tasa de descomposición de los residuos de cosecha y a la exposición a la acción de los microorganismos de fracciones del CO protegidas en los agregados (Gregorich & Janzen, 1996). En cuanto al manejo más conservacionista TG se evidenció un incremento en todas las fracciones (COT, COA, COPG, COPF y COPT), haciéndose notar un mayor incremento en el COPG producto de los aportes de carbono orgánico que genera la rotación con gramíneas en suelos altamente degradados como los suelos tabacaleros del valle templado de Jujuy, similares resultados en suelos tabacaleros de Cuba reportaron Gálvez *et al.*, (1999 y 2000) y Otero *et al.* (2003). Según Giráldez *et al.*, (2003), citado por Gil (2009) está ampliamente investigado que cuando se cambia de la agricultura convencional (laboreo intenso) a la de conservación el contenido en materia orgánica del suelo aumenta con el tiempo, con todas las consecuencias positivas que ello conlleva. En cuanto a la segunda profundidad (20-40 cm) no hubo diferencia significativa entre los distintos manejos pero si estos con el suelo de referencia. Tabla 1

Tabla 1: Sistemas de manejo y variables evaluadas en serie Monterrico

Manejo	COT 1	COT 2	COA 1	COA 2	COPG 1	COPG 2	COPF 1	COPF 2	COPT 1	COPT 2
TM	0,95 a	1,14 b	0,75 a	0,91 b	0,12 a	0,15 a	0,07 a	0,07 a	0,20 a	0,23 a
TG	1,80 b	1,08 b	1,02 b	0,76 b	0,65 b	0,22 a	0,12 a	0,12 a	0,77 b	0,32 a
T	3,65 c	0,75 a	2,00 c	0,44 a	1,26 c	0,27 a	0,38 b	0,38 b	1,65 c	0,32 a

T: Situación testigo (suelo con bajo disturbio). TM: Monocultivo de tabaco bajo labranza convencional continúa. TGP: cultivo de tabaco bajo labranza convencional continua, bajo rotación tabaco/gramíneas durante los últimos 10 años. COT: carbono orgánico total, COPT: carbono orgánico particulado total, COPG: carbono orgánico particulado grueso, COPF: carbono orgánico particulado fino, COA: carbono orgánico asociado, 1: 0-20 cm., 2: 20-40 cm. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Test DGC ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

Se concluye que en el manejo de monocultivo de tabaco en un sistema de labranza convencional la fracción más sensible resultó el COPG.

La rotación de tabaco con gramíneas resulta conveniente para recuperar carbono orgánico en suelos altamente degradados.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de análisis de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNJu.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C.R.; PL Fernández & MA Taboada, M. A. 2012. Relación de la inestabilidad estructural con el manejo y propiedades de los suelos de la región pampeana. *Ciencia del suelo*, 30(2), 173-178.
- Álvarez, C.R.; MA Taboada; M Bustingorri & FH Gutiérrez Boem. 2006. Descompactación de suelo en siembra directa: efectos sobre las propiedades físicas y el cultivo de maíz. *Ciencia del Suelo* 24: 1-10.
- Bayer, C; L Matin-Neto; J Mielniczuk & A Pavinato. 2004. Arma- zenamiento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.* 39: 677-683.
- Braun Wilke, RH.; EE Santos; LPE Picchetti; MT Larrán; GF Guzmán; CR Colarich & CA Casoli. 2001. Carta de Aptitud Ambiental de la Provincia de Jujuy. Escala 1:250.000. Departamento de Suelos y Ecología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Jujuy.
- Cambardella, C. & E Elliott. 1992. Particulate Soil Organic-Matter across a Grassland. Cultivation Sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56 : 777-783.



- Castiglioni, M.; F Kraemer & H Morras. 2013. Efecto de la secuencia de cultivos bajo siembra directa sobre la calidad de algunos suelos de la región Pampeana. *Ciencia del Suelo* 31 (1): 93-105.
- Eiza, MJ; N Fioriti; GA Studdert & HE Echeverría. 2005. Fracciones de carbono orgánico en la capa arable: efecto de los sistemas de cultivo y de la fertilización nitrogenada. *Ci. Suelo* 23(1): 59-67.
- Gálvez, V.; L Otero & N Navarro. 1999. Breve reflexión de los suelos de la llanura Sur de Pinar del Río. *Rev. Agric. Orgánica*. 4 (1): 14-15.
- Gálvez, V.; L Rivero; L Otero & N Navarro. N. 2000: "Interacciones entre las propiedades de los suelos, el manejo y el entorno en el sur de Pinar del Río. Fondo bibliotecario Academia de Ciencias de Cuba.
- Gil, J.A.; O Veroz; JL Hernanz & EJ González. 2009. Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Recuperado de: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10995_Agr12_Agric_conservacion_A2009_1ef06e4a.pdf.
- Giráldez, J. V. (2003). Evolución de las propiedades físicas del suelo y agricultura de conservación. *Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos*. Córdoba, (2), 9-14.
- Gregorich, EG & HH Janzen. 1996. Storage of soil carbon in the light fraction and macroorganic matter. Pp. 167-190. En: MR Carter & BA Stewart (eds.) *Structure and organic matter storage in agricultural soil*. Lewis Publishers. CRC Press. Boca Raton, Florida, EE.UU.
- Moraes, GM; FAX Xavier; ES Mendonca; JA Araujo Filho & TS Oliveira. 2011. Chemical and structural characterization of soil humic substances under agroforestry and conventional systems. *Braz. J. of Soil Sci.* 35: 1597-1608.
- Nelson, D.W. & Sommer.. 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.
- Otero, A; L Rivero; V Gálvez & P Porras. 2003: Aplicación práctica de un Sistema Automatizado a la conservación y mejoramiento de los suelos y del Medio Ambiente en áreas de tabaco de Las Martinas. Informe Primera Etapa, Proyecto PT0317. Instituto de Suelos. Informe Primera Etapa, Proyecto PT0316. Instituto de Suelos; 13 pp.
- Purakayastha, TJ; L Rudrappa; D Singh; A Swarup & S Bhadraray. 2008. Long-term impact of fertilizers on soil organic carbon pools and sequestration rates in maize-wheat-cowpea cropping system. *Geoderma* 144: 370-378.
- Schwenke, GD; DJ Reuter; RW Fitzpatrick; J Walker & PO Callaghan. 2003. Soil and catchment health indicators of sustainability: case studies from southern Australia and possibilities for the northern grains region of Australia. *Aust. J. Exp. Agric* 43: 205-222.
- Studdert, G & HE Echeverría. 2000. Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1496-1503.
- USDA, N. (1998). *Keys to soil taxonomy*. USDA, Washington DC Google Scholar.
- Viglizzo, EF; FC Frank; LV Carreño; EC Jobaggy; H Pereyra; J Clatt; D Pincen & MF Ricard. 2011. Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Glob Chang Biol* 17(2): 959-973.