



## C4P116. CAMBIOS EN LOS CONTENIDOS DE CARBONO E INFILTRACIÓN POR LA INCLUSIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA

Rillo, S.<sup>1</sup>; Alvarez, C.<sup>2</sup>; Quiroga, A.<sup>3</sup>; Noellemeyer, E.<sup>4</sup>; Díaz Zorita, M.<sup>5</sup> y Frasier, I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agencia de Extensión 9 de Julio, INTA

<sup>2</sup> Agencia de Extensión General Pico, INTA

<sup>3</sup> Estación Experimental Agropecuaria Anguil, INTA.

<sup>4</sup> Facultad de Agronomía, UNLPam.

<sup>5</sup> Desarrollo de tecnología Monsanto

\*alvarez.cristian@inta.gob.ar

### RESUMEN

Los cambios en las secuencias de cultivos con escaso aporte de rastrojo han provocado efectos negativos sobre la cobertura superficial de los suelos, materia orgánica, estabilidad estructural y capacidad de captación de agua. El objetivo de trabajo fue estudiar el efecto de la inclusión de CC sobre los contenidos de carbono total y particulado del suelo, y su influencia sobre la captación de agua. El estudio se realizó en un ensayo con 10 años de efectos acumulados que incluye rotaciones con soja (*Glycine Max L.*) y gramíneas invernales utilizadas como cultivos de cobertura sobre un suelo Hapludol éntico. El sitio experimental se encuentra localizado en la Escuela de Ganadería y Agricultura M.C. y M.L. Inchausti, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Los tratamientos incluyeron cuatro cereales de invierno como CC: avena (*Avena sativacv Calén*), centeno (*Secale cereale*), trigo (*Triticum aestivum*) y raigrás anual (*Lolium multiflorumcv Barturbo*), y un testigo sin cultivo que se mantuvo libre de vegetación con aplicación de herbicida. El diseño experimental fue en bloques con tres repeticiones. Se cuantificó la producción de materia seca, los contenidos de carbono total y particulado, e infiltración básica. Los resultados indican que la producción de biomasa aérea con CC fue 5,2 veces mayor que el tratamiento testigo. El contenido de carbono total y C particulado fueron mayores en los tratamientos con CC vs testigo (58,8%). Además la infiltración después de 10 años de efectos acumulados superó en un 116% al testigo. Estos resultados demuestran la contribución que hacen los CC en los sistemas de producción agrícola sobre diferentes variables que reflejan la calidad del suelo y sus servicios ecosistémicos.

**Palabras claves:** servicios ecosistémicos, sostenibilidad, centeno.

### INTRODUCCIÓN

El predominio en Región Pampeana de secuencias con alta frecuencia de cultivos de bajo volumen de rastrojo, dominado principalmente por el monocultivo de soja (*Glycine max L.*) (SAGPyA, 2017) y el cambio en las fechas de siembra de cultivo de alto aporte de rastrojo como es el cultivo de maíz (Ghironi *et al.*, 2012) han llevado a que los sistemas en los últimos 15 años hayan perdido cobertura superficial. Esto trajo como consecuencia la disminución de los niveles de materia orgánica y pérdida de estabilidad estructural, que también se vió evidenciado en una reducción de la capacidad de captación de agua de los suelos (Quiroga *et al.*, 2016). Una estrategia para incrementar el aporte de residuos es mediante la inclusión de cultivos de cobertura en la rotación (CC). Éstos brindan protección al suelo frente a procesos erosivos y constituyen una herramienta para el manejo de nutrientes y el secuestro de carbono. Existen antecedentes respecto a la introducción de CC en el Oeste de la Región Pampeana (Álvarez *et al.*, 2005, 2008, 2010; Carfagno *et al.*, 2008; Scianca *et al.*, 2008, 2010; Quiroga *et al.*, 1996, 1999; Fernández *et al.*, 2012). Estos trabajos están orientados principalmente al estudio de la adaptación de distintas especies utilizadas como CC a las condiciones edafo-climáticas de la región en términos de producción de biomasa y a la dinámica del agua en el suelo. Este punto es crítico para los ambientes bajo estudio, debido a que los CC pueden reducir la disponibilidad de agua para el cultivo de cosecha siguiente en la rotación. Sin embargo, debe considerarse que los CC pueden incrementar la tasa de infiltración, reducir el escurrimiento y aportar cobertura al suelo disminuyendo las pérdidas de agua por evaporación, la principal causa de reducción de la eficiencia de uso de las precipitaciones en ambientes semiáridos (Bennie & Hansley, 2000). Se ha demostrado que los CC reducen la compactación del suelo (Williams & Weil, 2004) y el encostramiento (Folorunso *et al.*, 1992) e incrementan la macroporosidad (Obi, 1999; Villamil *et al.*, 2006) facilitando la infiltración y la aireación del suelo. Los efectos de los CC sobre la descomposición de residuos y las propiedades físicas del suelo dependen de las condiciones edáfico-ambientales del sitio, de la especie utilizada y el manejo. En base a estos antecedentes se plantea



como objetivo de trabajo estudiar el efecto de la inclusión de CC sobre los contenidos de carbono total y particulado del suelo, y su influencia sobre la captación de agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un ensayo con 10 años de efectos acumulados que incluye rotaciones con soja (*Glycine Max L.*) y gramíneas invernales utilizadas como cultivos de cobertura establecido en el año 2005. El sitio experimental se encuentra localizado en la Escuela de Ganadería y Agricultura M.C. y M.L. Inchausti, Provincia de Buenos Aires, Argentina sobre un suelo Hapludol éntico (INTA, 1993). El cual fue establecido a partir del año 2005 y el lote provenía de diez años en agricultura continua con soja de 1° (periodo 1995-2005), de los cuales los últimos cuatro fueron realizados bajo siembra directa. Los tratamientos incluyeron cuatro cereales de invierno como CC: avena (*Avena sativa* cv Calén), centeno (*Secale cereale*), trigo (*Triticum aestivum*) y raigrás anual (*Lolium multiflorum* cv Barturbo), y un testigo sin cultivo que se mantuvo libre de vegetación con aplicación de herbicida. El diseño experimental fue en bloques con tres repeticiones. La siembra de los CC se realiza en abril de cada año y las fechas de secado son en septiembre para el centeno y en Noviembre para el resto de las gramíneas. El cultivo de soja es sembrado todos los años entre el 20 y 30 de Noviembre. El primer, quinto y décimo año de la experiencia se realizaron las siguientes determinaciones: densidad aparente (Blake *et al.*, 1986), contenidos de carbono orgánico total (COT) y carbono orgánico particulado (COP) a 0-5, 5-10, 10-15 y 15-20 cm del suelo (Cambardella y Elliot, 1982; Walkley y Black, 1934), producción de MS aérea anual de los CC y de la vegetación del testigo se realizó cortando el material vegetal de 1 m<sup>2</sup> de superficie al ras del suelo con cuchillo en el momento de secado de los CC. A partir de la biomasa generada por los CC y el cultivo de soja se calculo el carbono humificado aportado al suelo, de acuerdo a Álvarez, R y Steinbach, H. Por último, se determinó la tasa de infiltración básica en tres momentos: (i) en el primer año, luego del secado de los CC; (ii) al 5to año pos secado del CC, (iii) en el 10 mo año luego del secado de los CC sobre avena y raigrás y antes de la siembra del cultivo de soja, empleando el permeámetro de disco (Gil, R 2006). Los resultados se analizaron por ANOVA y la comparación entre medias mediante el test de LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ), utilizándose para ello el software Infostat, Di Rienzo (2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción de materia seca y precipitaciones:

La productividad promedio vario entre 10950 y 3701 kg MS ha<sup>-1</sup>, y no se correlaciono significativamente con las precipitaciones promedio anuales ( $p < 0,05$ ) (Tabla 1).

Tabla 1. Promedio de producción de materia seca (MS, kg ha<sup>-1</sup>) de cada tratamiento y precipitaciones anuales (mm) para el ciclo 2005 – 2015.

Año	MS (kg ha <sup>-1</sup> )	Precip. (mm)
2005	10328	880
2006	7286	1159
2007	7198	827
2008	3885	825
2009	3786	779
2010	3701	944
2011	4793	1075
2012	10950	1475
2013	8958	726
2014	6940	1189
2015	8128	985

En promedio de los 11 años, los CC se diferenciaron del testigo pero no se evidenciaron diferencias entre ellos ( $p < 0,05$ ) (Tabla 2).



Tabla 2. Promedio de producción de materia seca (MS, kg ha<sup>-1</sup>) de cada tratamiento para el ciclo 2005 - 2015

Tratamiento	Promedio producción MS (kg ha <sup>-1</sup> ) 2005-2015
Testigo	1300 b
Avena	7866 a
Raigrás	6185 a

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas para el test de LSD Fisher. ( $p \leq 0,05$ )

Se calculó el aporte de carbono capturado en la biomasa generada por los CC y la secuencia con soja, se lograron aportes de 52 y 44 Tn ha<sup>-1</sup> para la secuencia que tuvo avena, raigrás, respectivamente. Mientras que la secuencia de soja-soja generó 16 Tn ha<sup>-1</sup>.

### Cambios en la dinámica de C

En la figura 1 se presenta la relación COP/COT (%) para el espesor de suelo 0-20 cm luego de 11 años de la secuencia CC-Soja. Claramente se aprecia el aporte favorable de los CC al incremento del COP. Los tratamientos que tuvieron CC se diferencian del testigo en un 58,33%. Similares resultados han encontrado Alvarez *et al.* (2016) y Giorgi *et al.* (2016) en trabajos desarrollados en diferentes clases texturales y características climáticas en región Pampeana.

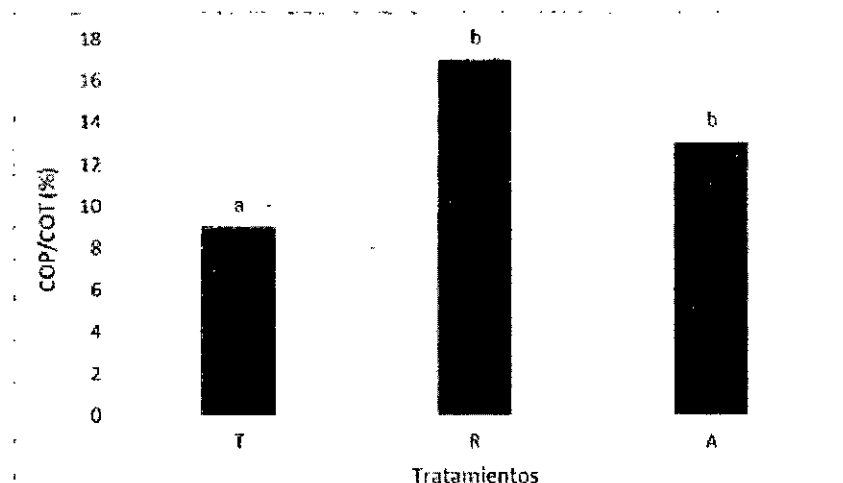


Figura 1. Relación COP/COT (%) para la profundidad 0-20 cm del suelo a los 10 años de la secuencia CC-Soja. Testigo (T), raigrás (R), avena (A). Las letras indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ).

### Cambios en la dinámica de Infiltración

Quiroga *et al.* (2016) han abordado los problemas en la captación del agua (infiltración, escurrimiento) a partir de la reducción de la macroporosidad como consecuencia de la degradación física de los suelos. En las determinaciones de infiltración realizadas en el 1° año luego del secado de los CC de avena y raigrás, no se determinaron diferencias en la infiltración. En el 5° año avena y raigrás también se diferenciaron significativamente del testigo en un 70% más de infiltración. (Tabla 3). En tanto que a los 10 años, se comprobó menor infiltración en el tratamiento testigo que los CC ( $p < 0,05$ ). Los valores más altos se alcanzaron en las secuencias con raigrás (96 mm h<sup>-1</sup>), sin observar diferencias significativas respecto de avena y trigo (85 y 89,5 mm h<sup>-1</sup>). Si bien los valores más bajos se observaron en el tratamiento con centeno, este superó los valores de infiltración registrados en el testigo en un 71,7 % ( $p < 0,05$ ). En promedio y luego de 10 años consecutivos de CC sobre la secuencia de soja, se observó un incremento del 116 % en la tasa de infiltración respecto del testigo. Estudios realizados por Álvarez *et al.* (2010, 2016) mostraron que la introducción de CC mejoró la



captación de agua en diferentes ambiente en promedio un 35%. Esto demuestra que la condición inicial de sitio es una variable a considerar cuando se evalúa cambios en propiedades físico-químicas en los sistemas de producción.

**Tabla 3.** Infiltración ( $\text{mm h}^{-1}$ ). Media en el 1<sup>er</sup> 5<sup>to</sup> y 10<sup>mo</sup> año luego del secado de los CC, Tratamientos, testigo (T), Avena (A) y Raigrás (R). Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en cada momento de evaluación.

Tratamientos	Infiltración ( $\text{mm hora}^{-1}$ )		
	En el 1° año, en post secado de CC	En el 5° año, en post secado de los CC	En el 10° año, en post secado de los CC
T	79 a	21 b	39 b
A	93 a	67 a	85 a
R	88 a	74 a	96 a

## CONCLUSIONES

El aporte de rastrojo a la secuencia (periodo 2005-2015) fue en promedio anual 5,2 veces mayor con la incorporación de cultivo de cobertura. Esta mayor incorporación de cobertura superficial modificó la relación de COT/COP en un 58,8% a favor de la incorporación de CC. Además incrementó la tasa de infiltración en un 116% promedio respecto del testigo. Estas contribuciones presentadas demuestran la viabilidad de la inclusión de los CC, medida en diferentes condiciones de regímenes de precipitaciones, mejorando variables de suelo que reflejan la calidad del mismo y los servicios ecosistémicos asociados.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Escuela ML y MC Inchausti y Coop. Agrícola Ganadera de Dudignac y a todo el personal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez C, M Barraco, C Cazorla, J C Colazo, J Dios Herrero, A Lardone, P Girón, S Restovich, S Rillo Mejora de propiedades edáficas con inclusión de cultivos de cobertura en agroecosistemas pampeanos. XXV Congreso de suelos de la AACCS. Río Cuarto, Córdoba. 2016.
- Alvarez C., Scianca C., Barraco M., Díaz-Zorita M. 2010. Cambios en suelos bajo siembra directa con cereales de invierno como cobertura. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. CD
- Álvarez, C.; Barraco M.; Díaz Zorita M.; Scianca C. y C. Pecorari. 2005. Uso de cultivos de cobertura en rotaciones con base soja: Efecto sobre algunas propiedades edáficas y rendimiento de los cultivos en un Hapludol Típico del Noroeste bonaerense. Boletín de divulgación técnica N° 87. Aspectos del manejo de los suelos en sistemas mixtos de las regiones semiáridas y subhúmeda Pampeana. INTA EEA Anguil Pag.19-23.
- Álvarez, C.; Scianca, C.; Barraco, M y Díaz Zorita, M. 2006. Impacto de cereales de cobertura sobre propiedades edáficas y producción de soja. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (en CD).
- Alvarez, C.; Scianca, C.; Barraco, M y Díaz Zorita, M. 2008 Impacto del manejo de cereales de cobertura invernal sobre propiedades edáficas y producción de soja. Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (en CD).
- Álvarez, C.R y M.A. Taboada. 2008. Indicadores de la fertilidad física del suelo. En Fertilidad Física de los suelos. Cap. 6. Pág.155-180. Editorial Facultad de Agronomía. 2° Edición.
- Álvarez, R & H Steinbach. 2006. Valor agronómico de la materia orgánica. *En: Materia orgánica. Valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos.* Ed. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Pp. 55-67.
- Bennie, A & M Hensley. 2000. Maximizing precipitation utilization in dryland agriculture in South Africa, a review. *Journal of Hydrology* 241: 124-139.
- Blake, G & K Hartge. 1986. Bulk density. In: A. Klutr (Ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 1.* Agron. Monog 9. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, E.E.U.U. pp 363-375.



- Cambardella, CA & ET Elliott. 1992. Particulate soil organic matter. Changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 777-783.
- Carfagno P.F.; M.J. Eiza; A. Quiroga y F. Babinec. 2008 Cultivos de cobertura: efecto sobre La dinámica del agua en el suelo. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (en CD).
- Di Rienzo, F Casanoves, MG Balzarini, L Gonzalez, M Tablada, CW Robledo 2016. Infostat versión 2016. Grupo Infostat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Fernández, R., Quiroga, A., Noellemeyer, E., 2012. Cultivos de cobertura, ¿una alternativa viable para la región semiárida pampeana? *Ciencia del suelo* 30, 137–150.
- Folorunso, OA; DE Rolston; T Prichard & DT Louie. 1992. Soil surface strength and infiltration rate affected by winter crops. *Soil Technol.* 5: 189-197.
- Galantini, J.A. y L. Suñer, 2008. Soil organic matter fractions: analysis of Argentine soils. *Agriscientia XXV* (1): 41-55
- Ghironi E., A Corro Molas., A Gili., E Hevia., H Reinoso. 2012. Manejo sitio específico de densidades de cultivos de girasol, maíz y sorgo en la región semiárida pampeana central. En Corro Molas A y E Ghironi. 2012. avances de agricultura por ambiente en la región semiárida pampeana. Pág-21-50.
- Gil R. 2006. Infiltrómetro. Permeámetro de Disco. Actas XX Congreso Argentino de Ciencias de Suelo: 138.
- Giorgis A, M Lobos, M Barraco, A Lardone, P Giron, C Berton, S Prieto, C Alfonso, J Colazo, G Garnerio, M Gómez, F Capellino , G Dania, P Nagore, S Raspo, C Scianca, M Díaz-Zorita y C Álvarez. 2016. Efecto del manejo sobre propiedades físico hídricas en la región pampeana y chaco pampeana XXV Congreso de suelos de la AACCS. Río Cuarto, Córdoba.
- INTA. 1993. Carta de suelos de la República Argentina. Instituto de suelos. Área de Investigación en Cartografía de suelos y evaluación de tierras. Hoja 3560 – 32 Del Valle. Escala 1: 50.000.
- Obi, ME. 1999. The physical and chemical responses of a degraded sandy clay loam to cover crops in southern Nigeria . *Plant Soil* 211: 165 – 172.
- Quiroga A, M Monsalvo, D Buschiazzo y E Adema. 1996. Labranzas en la región semiárida pampeana central. En Labranzas en la Región Semiárida Argentina, Buschiazzo D, J Panigatti y F Babinec (Eds.). INTA Centro Reg. La Pampa-San Luis. 126 pp.
- Quiroga A, D Buschiazzo and N Peinemann. 1999. Soil compaction as related to management practices in the Semi-arid Argentine Pampas. *Soil Till Res.* 52: 21-28.
- Quiroga A.; Funaro D.; Fernández R. y E. Noellemeyer. 2005. Factores edáficos y de manejo que condicionan la eficiencia del barbecho en la Región Pampeana. *Ciencia del suelo.* N°23 Pág. 79-86.
- Quiroga, A., Oderiz, A., Uhaldegaray M., Alvarez, C., Scherger, E., Fernandez, R., I Frasier. 2016. Influencia del manejo sobre indicadores físico-hídricos de compactación de suelos. XXV Congreso de suelos de la AACCS. Río Cuarto, Córdoba. 2016.
- Restovich, S.B; A, Andriulo y C. Améndola. 2008. Definición del momento de secado de diferentes cultivos de cobertura en la secuencia soja-maíz. Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (En CD).
- Scianca C., Álvarez C., Barraco M., Quiroga A. Centeno utilizado como cultivo de cobertura en la región de la pampa arenosa. 2010 XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. CD
- Scianca, C.; C. Álvarez; M. Barranco; A. Quiroga y P. Zalba. 2008. Cultivos de cobertura en un Argiudol típico del Noroeste Bonaerense. Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (En CD).
- Taboada, M.; F. Micucci y C. 2008. Álvarez. Impedancias mecánicas y compactación en suelos agrícolas. En Fertilidad Física de los suelos. Cap 5. Pág.93-153. Editorial Facultad de Agronomía. 2° Edición.
- Villamil MB, Bollero GA, Darmody RG, Simmons FW, Bullock DG. 2006. "No-Till Corn/Soybean Systems Including Winter Cover Crops: Effects on Soil Properties". *Soil Science Society of America Journal.* 70:1936–1944.
- Walkley A and T Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
- [www.sagpya.mecon.gov.ar](http://www.sagpya.mecon.gov.ar). Informes producción nacional campañas 1990-202017.



## C4P117. NITRÓGENO MINERALIZADO EN ANAEROBIOSIS EN AGREGADOS COMO INDICADOR DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DEL SUELO

Rivero<sup>1</sup>, C.; Studdert<sup>1</sup>, Guillermo A.; Tourn, Santiago N.<sup>1</sup> y Domínguez<sup>1</sup>, Germán, F.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Univ. Nac. Mar del Plata, Unidad Integrada Balcarce. Ruta Nac. 226 km 73,5. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. studdert.guillermo@inta.gob.ar

### RESUMEN

La salud del suelo puede ser afectada por la agricultura. Es necesario contar con indicadores que permitan conocer el estado de salud edáfica según el manejo. El nitrógeno de amonio liberado en anaerobiosis (Nan) ha sido postulado como un buen indicador por su sencillez de determinación y su relación con los contenidos de las fracciones orgánicas del suelo. El Nan podría ser también indicador de estabilidad estructural (EA). Se hipotetiza que 1) el Nan en la masa total del suelo se relaciona con la EA y 2) el Nan en macroagregados ( $> 250 \mu\text{m}$ , MACRO) ajusta mejor la relación con la EA. Se tomaron muestras de suelo en un ensayo de rotaciones mixtas y labranza sobre molisoles del Sudeste Bonaerense en tratamientos con agricultura continua bajo labranza convencional (LC) y siembra directa (SD), rotaciones con pasturas bajo LC y SD, y pastura continua. Se determinó el Nan en masa total y en MACRO. También se dispuso de los datos de carbono orgánico total (COT) y particulado (COP) en ambos. Se calculó la EA como cambio en el diámetro medio ponderado (CDMP) de los agregados entre dos tamizados con diferente pre-tratamiento. Tanto COT como COP, Nan y CDMP fueron suficientemente sensibles para mostrar diferencias entre manejos. COT y COP explicaron 80 y 94% de la variabilidad de Nan en masa total. Asimismo, COT, COP y Nan en masa total explicaron 74, 67, y 72%, respectivamente, de la variabilidad en CDMP. Diferente proporción de MACRO entre tamizados explicó el 87% del CDMP. El Nan en MACRO explicó el 73% de la variabilidad de CDMP. Se reunieron evidencias para no rechazar la primera hipótesis, pero sí para rechazar la segunda. No se justifica separar los agregados por tamaño y determinar Nan en MACRO porque no mejora la relación con la EA.

**Palabras claves:** Nan, sistemas de cultivo, salud edáfica

### INTRODUCCIÓN

La agricultura puede asociarse a fenómenos de degradación del suelo que se manifiestan a través de balances negativos de nutrientes y carbono (C), y de la afectación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Manuel-Navarrete *et al.*, 2009; Quiroga & Studdert, 2014). Así, se alteran las funciones ecosistémicas del suelo (Powlson *et al.*, 2011), es decir, la salud edáfica, amenazando la seguridad alimentaria y la calidad del ambiente (Lal, 2010). Es importante contar con indicadores que permitan un seguimiento del estado la salud del suelo para contribuir a definir las prácticas de manejo. Un indicador de salud de suelos debe ser sensible a los cambios provocados por el uso, fácil de interpretar, sencillo y económico de obtener y debería relacionarse con una o más funciones edáficas (Doran & Parkin, 1996).

Una de las propiedades del suelo que se ve más afectada por el uso agrícola es su contenido de C orgánico (CO) y, especialmente, el de sus fracciones lábiles (*p.e.* el CO particulado (COP)), que tienen una estrecha relación con la salud edáfica (Quiroga & Studdert, 2014). El COP interviene en varios procesos que tienen un marcado efecto sobre la estabilidad de los agregados (EA) y el ciclo de los nutrientes (Six *et al.*, 2004), teniendo así gran influencia en la salud del suelo. No obstante, su determinación consume mucho tiempo, lo que la hace poco práctica para ser utilizada de manera rutinaria (Diovisalvi *et al.*, 2014).

El nitrógeno (N) de amonio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) liberado por incubación anaeróbica corta, Nan, (Waring & Bremner, 1964) es sensible para distinguir situaciones de manejo contrastantes, es fácil de interpretar, y sencillo y económico de determinar (Domínguez *et al.*, 2016). Tiene estrecha relación con los contenidos de CO total (COT) y el COP del suelo y, por lo tanto, los cambios producidos por el uso sobre éstos, se reflejan también en aquél (García *et al.*, 2016; Domínguez *et al.*, 2016). El Nan se relaciona con varios procesos y propiedades edáficas (Domínguez *et al.*, 2016), por ello, reúne las características de un indicador de salud del suelo (Doran & Parkin, 1996).

Por la naturaleza de los agentes cementantes involucrados, los macroagregados ( $>250 \mu\text{m}$ , MACRO) son menos estables que los microagregados ( $<250 \mu\text{m}$ , mA) y, consecuentemente, más susceptibles a las fuerzas de disrupción asociadas al uso del suelo (Six *et al.*, 2004). Se ha propuesto que, dada su relación con el COT y el COP, el Nan podría