

CALIDAD DE UN MOLISOL DE TRES ARROYOS BAJO AGRICULTURA CONTINUA CON DOS SISTEMAS DE LABRANZA

Tesista: Ing. Agr. Marina Lucrecia **Manso**¹

Consejero Principal: Ing. Agr. Guillermo A. **Studdert**, M.Sc., Dr. Ing. Agr.²

¹ Estación Experimental Agropecuaria Integrada Barrow (INTA-MAA) ² UIB (FCA-UNMdP – EEA Balcarce INTA)

Introducción

El proceso de “agriculturización” se define como el uso creciente y continuo de las tierras para cultivos agrícolas en lugar de usos ganaderos o mixtos. Este proceso se asocia a cambios tecnológicos relacionados con la sostenibilidad del agroecosistema (Manuel-Navarrete et. al, 2005). En la región mixta cerealera del centro sur bonaerense, el incremento de la producción agrícola en los últimos 25 años, ha sido constante y sostenido, no sólo por el mayor potencial de producción de todos los cultivos, sino también por la prolongación de los ciclos agrícolas y la incorporación de nuevas superficies (Forján, H., com.pers.). En general, se ha buscado maximizar la rentabilidad y el rápido retorno que ofrecen los granos en comparación con la ganadería (Rearte, 1996).

La calidad de un suelo es su capacidad para sostener la productividad de plantas y animales y mantener o mejorar la calidad del aire y del agua (Karlen et al., 1997). La degradación de los suelos por su uso agrícola intensivo se refleja (Díaz-Zorita et al., 2004) en alteraciones de las propiedades físico-químicas del suelo y en la disminución de los contenidos de materia orgánica (MO), como así también en la alteración de los ciclos de los nutrientes y en la contaminación de aguas superficiales y subterráneas con nutrientes y biocidas. Todo ello se asocia con la disminución de la calidad del suelo. Sin embargo, la producción agrícola continua, en contrapartida, mejora los servicios ambientales relacionados con la producción de alimentos (Manuel-Navarrete et. al, 2005). Es por ello que para el logro de una producción sostenible se deben contemplar las acciones necesarias para que el suelo pueda mantener y/o mejorar su condición y, con ello, la capacidad de permitir el desarrollo de los cultivos (Doran et al., 1996; Janzen, 2006). Por tanto, es necesario contar con mecanismos de evaluación que permitan caracterizar el estado de calidad del suelo para tomar decisiones de manejo en consecuencia.

Los indicadores de calidad edáfica se refieren a atributos cuantificables que influyen la capacidad del suelo para producir cultivos o realizar funciones ambientales (Arshad and Martin, 2002). Un buen indicador debe cuantificar una o mas funciones de éste; ser suficientemente sensible para reflejar cambios; proveer valores críticos o umbrales; ser de fácil interpretación, y ser sencillo y económico de obtener (Doran et al., 1996). Entre los atributos más sensibles a los cambios producidos por las prácticas de manejo se han citado: contenido de MO (principalmente sus fracciones lábiles), respiración, agregación, densidad aparente (DAP), infiltración, disponibilidad de nutrientes y capacidad de retención de agua (Doran et al., 1996; Arshad and Martin, 2002; Carter, 2002). Por lo tanto, tales atributos son adecuados para ser empleados como indicadores de calidad de suelo.

La rotación de cultivos y las labranzas son prácticas que ejercen una marcada influencia tanto sobre el funcionamiento del suelo como sobre el comportamiento de los cultivos, condicionando las relaciones suelo-planta (Domínguez et al., 2005). Las labranzas modifican algunas propiedades físicas, como la estructura, la DAP, la distribución de poros, la dinámica del agua y la resistencia a la penetración (RMP) (Lal, 1994). Las labranzas agresivas (labranza convencional, LC) producen ruptura de macroagregados por acción física directa y originan la pérdida de MO al exponer las fracciones protegidas dentro de éstos (Tisdall and Oades, 1982; Franzluebbers et al., 1995). No obstante, esa mineralización de la MO se traduce en una mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos (Domínguez et al., 2005; Janzen, 2006). Por otro lado, las labranzas conservacionistas (p.e. siembra directa, SD) se caracterizan por la presencia de rastrojos en superficie y la reducción al mínimo indispensable de las operaciones de laboreo. Con ello se logra un eficiente control de la erosión, una mejor conservación del agua y el mantenimiento o mejora de las propiedades del suelo. La ausencia de remoción del suelo permite contar con un sistema poroso más estable y a su vez origina la estratificación de la MO, resultado de la falta de incorporación de los residuos y debido a que no se altera el ordenamiento natural de los componentes sólidos del suelo (Quiroga et al., 1998; Gil y Garay, 2001). Sin embargo, la SD se asocia a menores disponibilidades de nutrientes (p.e. N), a DAP y RMP más elevadas (Domínguez et al., 2001;

Colombani et al., 2002) y a cambios en la geometría de los poros en los primeros centímetros de suelo (Sasal et al., 2006).

En la zona de influencia de la EEA Integrada Barrow se ha incrementado la superficie destinada a agricultura continua y la intensidad de uso de los suelos, con una creciente adopción de la SD. No obstante, no se cuenta con información acerca del impacto en el mediano-largo plazo de la agricultura continuada con distintos sistemas de labranza sobre las propiedades de los suelos de la región y sobre el comportamiento de los cultivos. Surge entonces la necesidad de indagar sobre los efectos de la implementación de la SD sobre suelos representativos de la zona, como así también la de identificar determinaciones edáficas que puedan ser utilizadas como indicadores tempranos de los cambios producidos por las prácticas de manejo.

Hipótesis de trabajo

Para un suelo representativo de Tres Arroyos bajo agricultura continua:

- El suelo bajo SD continua presenta mejores condiciones superficiales que bajo LC, independientemente de la historia previa de manejo.
- Las diferencias entre SD y LC en sus propiedades superficiales serán más marcadas cuando los sistemas se hayan aplicado a un suelo con un uso agrícola más prolongado.
- La diferencia en los rendimientos de los cultivos bajo SD y LC continuas no se relaciona con las diferencias en las propiedades superficiales provocadas por ambos sistemas.

Objetivo general

- Evaluar el estado de calidad de suelo y su efecto sobre el comportamiento de los cultivos en condiciones de agricultura continua bajo SD y LC habiendo partido de condiciones de manejo previo diferentes.

Objetivos específicos

- Evaluar el cambio en algunas propiedades físicas y bioquímicas superficiales del suelo en condiciones de agricultura continua bajo SD y LC habiendo partido de condiciones de manejo previo diferentes.
- Relacionar los cambios observados con la evolución de los rendimientos de los cultivos.
- Relacionar las propiedades superficiales del suelo con el comportamiento de un cultivo de maíz.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo durante la campaña 2007-2008 utilizando un ensayo de larga duración en la EEA Integrada Barrow, Tres Arroyos (38°19'25" S; 60°14'33" W) iniciado en 1997 sobre un suelo Serie Tres Arroyos (Paleudol petrocálcico) con una secuencia GIRASOL/TRIGO/ MAIZ/GIRASOL/TRIGO. A la parcela principal se asignó la **historia previa** (H) (dos niveles en 1997: 1) pastura durante cuatro años y 2) agricultura continuada durante 12 años) y a la subparcela se asignó el **sistema de labranza** (L) (dos niveles: 1) SD y 2) LC. Durante la campaña 2007-2008 se sembró maíz. En el estadio de 6 hojas del cultivo se establecieron microparcels de 4 surcos por 7 metros de largo donde se evaluaron las dosis de 0 kg N, 70 kg N y 120 kg N aplicadas como UAN.

Determinaciones realizadas:

- Resistencia mecánica a la penetración (RMP) con penetrómetro de cono con registro electrónico (FIELDSCOUT SC-900) hasta los 20 cm con intervalos de 2,5 cm previo al inicio del barbecho y a la siembra de maíz.
- Densidad aparente (DAP) por el método del cilindro (Blake and Hartge, 1986) a dos profundidades (3-8 y 13-18 cm) previo al inicio del barbecho.
- Contenido de agua por el método gravimétrico a las profundidades de 0-5, 5-20, 20-40, 40-60 cm previo al barbecho, a la siembra, en V6, en antesis y en madurez fisiológica.
- Contenido de N-NO₃ con electrodo de iones de 0-20 cm y de 20-60 cm al momento de la siembra y a las profundidades de 0-5, 5-20, 20-40, 40-60 cm en V6.
- Producción de materia seca (MS) en V6 y en madurez.

Los resultados preliminares fueron analizados mediante el procedimiento PROC MIXED del paquete SAS (SAS Institute, 2002).

Determinaciones pendientes:

- Estabilidad estructural por cambio en el diámetro medio ponderado de agregados (de Leenher and de Boodt, 1958).
- Contenido de C total del suelo y de C en la fracción particulada por combustión húmeda con mantenimiento de la temperatura de reacción (Schlichting et al., 1995). La separación de la fracción particulada se hará por tamizado en húmedo según Cambardella y Elliott (1992).
- Contenido de N-NO₃ en madurez fisiológica.
- Rendimiento, componentes de rendimiento, nitrógeno en planta y en grano.

Resultados

RMP. Previo al inicio del barbecho para maíz fue mayor en parcelas con historia agrícola y bajo SD. En cambio, a la siembra se registró mayor dureza en LC y con historia de agricultura (P<0.05).

DAP. De 13-18 cm se observó mayor densidad que de 3-8 cm (P<0.05). En los primeros 8 cm la DAP fue superior con historia de pastura.

Contenido de agua. Previo a la siembra y en los estadios iniciales del maíz no hubo diferencias significativas (P > 0.05) entre labranzas, en cambio, se obtuvo mayor porcentaje de humedad en historia agrícola. Al final del ciclo del cultivo se registraron contenidos de agua superiores bajo SD y con historia agrícola (P<0.05).

Contenido de nitratos. Tanto a la siembra como en V6 hubo diferencias estadísticas debidas a H (P< 0.05), con concentraciones más elevadas en historia de agricultura.

MS. En V6 la producción fue mayor en LC (P<0.05), por el contrario, en madurez fisiológica fue mayor en parcelas bajo SD y en aquellas provenientes de pastura. No se registraron diferencias estadísticas debidas a la fertilización nitrogenada (P>0.05).

De acuerdo con los resultados obtenidos, las propiedades edáficas evaluadas hasta el momento no están diferenciando claramente efectos de las labranzas implementadas sobre las condiciones superficiales del suelo. En cambio, si están mostrando efectos debidos a la historia previa de manejo. Sin embargo, quedan aún pendientes de evaluar algunas propiedades edáficas que permitirán ratificar o rectificar lo observado hasta ahora. Asimismo, queda también pendiente el análisis de información del cultivo de maíz que permitirá poner a prueba la tercera de las hipótesis planteadas.

Bibliografía

- ANKENY, M.D. 1992. Methods and theory for unconfined infiltration measurements. In: Topp, G.; Reynolds, W., Green, R. eds. Advances in measurement in soil physical properties: bringing theory into practice. SSSA. Special Publication N° 30. pp. 123-141
- ARSHAD, M. A. and MARTIN S. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environmental 88: 153-160.
- BLAKE, G.R. and HARTGE, K.H. 1986. Bulk density. In: Klute, A. ed. Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monog. 9. Am. Soc. Agron.. Madison. Wisconsin. USA. pp 363-375.
- CAMBARDELLA, C.A. and ELLIOTT, E.T. 1992. Particulate soil organic matter. Changes across a grassland cultivation sequence. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 777-783.
- CARTER, M.R. 2002. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. Agron.J. 94:38-47.
- COLOMBANI, E. N.; COSTA, J.L.; STUDDERT, G.A. y SUERO, E. 2002. Evaluación de propiedades físicas de suelos del Sudeste Bonaerense bajo distintos manejos. Actas 18 Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Puerto Madryn. 16-19 de Abril de 2002. En CD.
- DE LEENHER, L. and DE BOODT M. 1958. Determination of aggregate stability by change in mean weight diameter. In: Proc. Int. Symp. On Soil Structure. Medeligen. Van de Landbowhoge School. Ghent, Bélgica. pp 290-300.
- DÍAZ-ZORITA, M.; BARRACO, M. y ALVARÉZ, C. 2004. Efectos de doce años de labranzas en un haplustol del noroeste de Buenos Aires, Argentina. Ciencia del Suelo 22: 11-18
- DOMÍNGUEZ, G.F.; STUDDERT, G.A.; ECHEVERRÍA, H.E. y ANDRADE, F.H. 2001. Sistemas de cultivo y nutrición nitrogenada de maíz. Ciencia del Suelo 19: 47-56.
- DOMÍNGUEZ, G.F.; STUDDERT, G.A. y ECHEVERRÍA, H.E. 2005. Propiedades del suelo: efectos de las prácticas de manejo. En: Echeverría, H.E. y García F.O. eds. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA. Buenos Aires. pp 207-229.
- DORAN, J.W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M.A. 1996. Soil health and sustainability. Adv. Agron. 56:1-54.

- FABRIZZI, K.P.; MORÓN, A. and GARCÍA, F.O. 2003. Soil carbon and nitrogen organic fraction in degraded vs. non-degraded Mollisols in Argentina. *Soil Sci. Soc. Am J* 67: 1831-1841.
- FRANZLUEBBERS, A.; HONS, F. and ZUBERER C. 1995. Tillage and crop effects on seasonal soil carbon and nitrogen dynamics. *Soil Sci. Soc. Am J* 59: 1618-1624.
- GIL, R. y GARAY, A. 2001. La SD y el funcionamiento sustentable del suelo. En: Panigatti, J; Buschiazzi, D; Marelli, H. eds. *Siembra Directa II*. INTA. pp. 5-15.
- JANZEN, H. H. 2006. The soil carbon dilemma: shall we hoard it or use it? *Soil Biol. Biochem.* 38: 419-424.
- KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.; CLINE, R.; HARRIS, R. y SCHUMAN, G. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 4-10.
- KEENEY, D.R. and NELSON, D.W. 1982. Nitrogen inorganic forms. In: Page, A.L. et al. eds. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties Agron. Monog 9 ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, EEUU.* pp 643-698.
- LAL, R. 1994. *Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics.* USDA-The Ohio State University. SMSS Technical Monograph N° 21.
- MANUEL-NAVARRETE, D.; GALLOPIN, G.; BLANCO, M.; DIAZ-ZORITA, M.; FERRARO, D.; HERZER, H.; LATERRA, P.; MORELLO, J.; MURMIS, M.; PENGUE, W.; PIÑEIRO, M.; PODESTÁ, G.; SATORRE, E.; TORRENT, M.; TORRES, F.; VIGLIZZO, E.; CAPUTO, M. y CELIS, A. 2005. Análisis sistémico de la agriculturización en la Pampa Húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, CEPAL, Naciones Unidas. Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 118. 65 p.
- QUIROGA, A.; ORMEÑO, O.; PEINEMANN, N. 1998. Efectos de la siembra directa sobre propiedades físicas de los suelos En: Panigatti, J; Marelli, H; Buschiazzi, D; Gil, R. eds. *Siembra Directa. Hemisferio Sur.* pp 237-243.
- REARTE, D.H. 1996. La integración de la ganadería argentina. INTA, SAGPyA. 48 p.
- SANTAMARÍA, S.M.; STUDDERT, G.A. y ECHEVERRÍA, H.E. 2004. Sistemas de labranza y fertilización nitrogenada en trigo bajo distintas historias agrícolas. *RIA* 33:51-71.
- SASAL, M.C.; ANDRIULO, A.E. and TABOADA, M.A. 2006. Soil porosity characteristics and water movement under zero tillage in silty soils in Argentinian Pampas. *Soil Tillage Res.* 87:9-18
- SCHLICHTING, E.; BLUME, H.P. and STAHR, K. 1995. *Bodenkundliches Praktikum.* Paul Parey. Hamburg. 209 p.
- TISDALL and OADES, J. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.* 33: 141-161