

Cambios en los contenidos de carbono de los suelos pampeanos por introducción de la siembra directa

Haydée Steinbach y Roberto Alvarez.

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453,
(1417) Buenos Aires, Argentina.

steinbac@agro.uba.ar

En los últimos años se han producido en la Región Pampeana cambios en la modalidad de labranza con sustitución del manejo de los cultivos con labranzas por siembra directa (SD). Aproximadamente la mitad de la superficie agrícola se cultiva bajo SD actualmente (INDEC, 2003). En numerosos ensayos distribuidos en la Región Pampeana se ha evaluado el impacto de la modalidad de labranza sobre el nivel de carbono (C) de los suelos pero la información no ha sido integrada hasta ahora para la generalización de conclusiones. En este sentido, se realizó una revisión bibliográfica de los experimentos conducidos durante los últimos 20 años, con el objetivo de evaluar el efecto de la introducción de la SD sobre el nivel de C de los suelos pampeanos.

Selección de datos

La selección de experimentos se realizó de acuerdo a los siguientes criterios: 1) los experimentos debían explicitar el diseño estadístico y contener repeticiones

por tratamiento de labranza, 2) el sistema de labranza era la única diferencia entre los tratamientos, y otras condiciones como características iniciales del suelo, manejo, etc, eran las mismas, 3) la profundidad de muestreo del suelo era igual o superior a la de la labranza y 4) los datos de contenido de C en cada tratamiento debían estar expresados en masas de C por unidad de superficie o los datos de densidad aparente (Dap) y concentración de C del suelo debían estar disponibles para su transformación. Estas condiciones aseguran que no existan efectos confundidos al comparar los tratamientos y que se evalúe sólo el efecto del sistema de labranza sobre el stock de C edáfico. Debido a que bajo SD se produce una estratificación del C en el perfil, con mayores contenidos en los primeros centímetros y menores en profundidad respecto de sistemas con labranza (Figura 1a), es necesario que las muestras sean tomadas al menos hasta la profundidad de labranza. Por otro lado, es común encontrar valores de Dap más altos bajo SD que bajo manejos con labranzas. Esto determina que en muestreos de

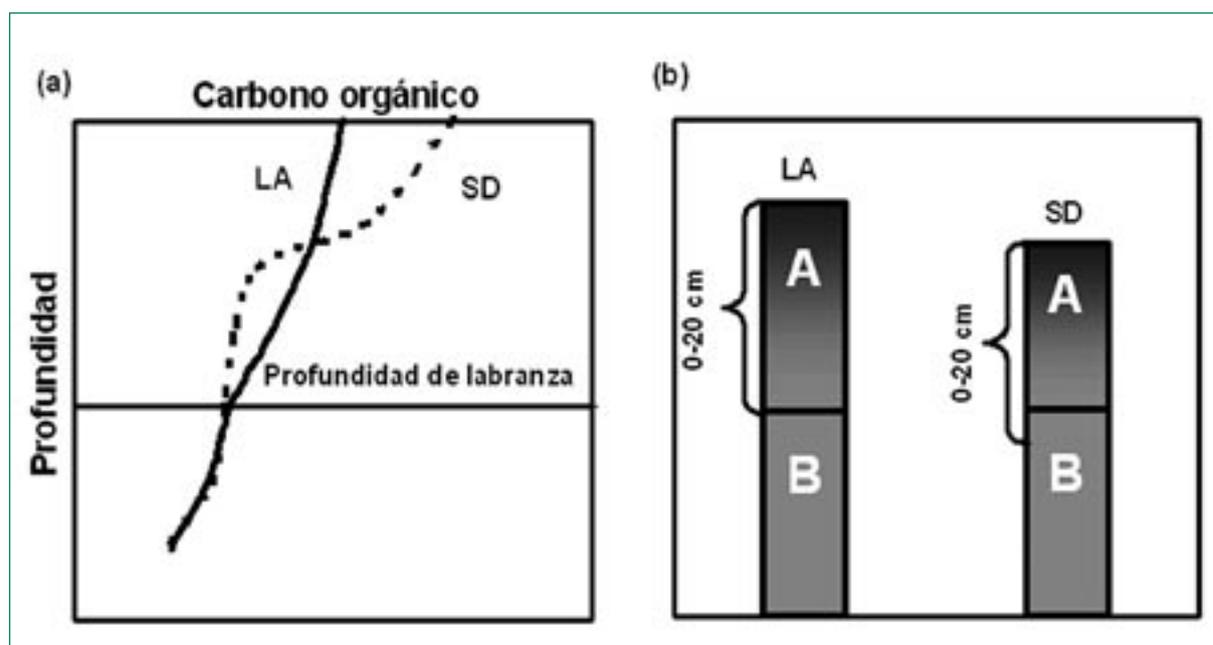


Figura 1. (a) Distribución esquemática del contenido de carbono orgánico en el perfil del suelo bajo distintos sistemas de labranza. (b) Diferencias entre sistemas de labranza en las masas de suelo que se muestrean a profundidad constante cuando hay densificación bajo siembra directa. LA = labranza con arado, SD = siembra directa. A = horizonte A, B = horizonte B.

Tabla 1: Fuentes bibliográficas de los datos utilizados para el análisis.

Referencias	Localidad	Duración del experimento (años)	Precipitación (mm)	Rotación
Alvarez et al. (1995 a)	Pergamino	12	1010	Maíz-trigo/soja
Alvarez et al. (1995 b)	Pergamino	1	1010	Trigo/soja
Alvarez et al. (1995 c)	Pergamino	3	1010	Trigo/soja
Alvarez et al. (1998 a)	Pergamino	4	1010	Maíz-maíz-maíz-soja
Alvarez et al. (1998 b)	Pergamino	15	1010	Maíz-trigo/soja
Andriulo et al. (2001)	Pergamino	17	1010	Trigo/soja-maíz
Andriulo et al. (2001)	Pergamino	20	1010	Trigo/soja-maíz
Andriulo et al. (2001)	Pergamino	3	1010	Trigo/soja-maíz-soja
Andriulo et al. (2001)	Pergamino	9	1010	Trigo/soja-maíz-soja
Andriulo et al. (2001)	Pergamino	13	1010	Trigo/soja-maíz-soja
Andriulo, Cordone (1998)	Marcos Juarez	11	952	Trigo/soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	2	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	3	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	4	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	5	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	6	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	7	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	8	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	9	828	Sorgo-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	10	828	Maíz-soja
Apezteguía et al. (2004)	Manfredi	16	828	Maíz-soja
Arrigo et al. (1991)	Marcos Juarez	8	952	Trigo-trigo (no fertilizado)
Arrigo et al. (1991)	Marcos Juarez	8	952	Trigo-trigo (fertilizado)
Arrigo et al. (1991)	Marcos Juarez	8	952	Trigo/soja (no fertilizado)
Arrigo et al. (1991)	Marcos Juarez	8	952	Trigo/soja (fertilizado)
Arrigo et al. (1991)	Marcos Juarez	8	952	Trigo/soja-maíz (no fertilizado)
Arrigo et al. (1991)	Marcos Juarez	8	952	Trigo/soja-maíz (fertilizado)
Bergh (1998)	Barrow	6	814	Trigo-trigo-girasol
Berón, Blotta (1994)	Pergamino	12	1010	Trigo/soja-maíz
Chagas et al. (1995)	Marcos Juarez	17	952	Soja
de la Horra et al. (2000)	Marcos Juarez	8	952	
Díaz Zorita (1999)	Drable	6	834	Maíz-soja
Díaz Zorita et al. (2001)	Drable	5	834	Maíz-soja
Díaz Zorita et al. (2004)	Drable	12	834	Maíz-soja
Domínguez et al. (2004)	Balcarce	4	912	Maíz-maíz-girasol-trigo
Domínguez et al. (2004)	Balcarce	4	912	Maíz-maíz-girasol-trigo
Eiza et al. (2004)	Balcarce	9	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja
Fabrizzi et al. (2003)	Balcarce	7	912	Trigo/soja-trigo-maíz-maíz-girasol-maíz (no fertilizado)
Fabrizzi et al. (2003)	Balcarce	7	912	Trigo/soja-trigo-maíz-maíz-girasol-maíz (fertilizado)
Ferreras et al. (1998)	Casilda	6	989	Soja
Fontanetto, Vivas (1998)	Rafaela	9	1070	Trigo/soja-maíz
Fontanetto, Vivas (1998)	Rafaela	9	1070	Trigo/soja
Galantini et al. (2004)	Bordenave	4	723	Trigo-avena

Tabla 1: Fuentes bibliográficas de los datos utilizados para el análisis. (cont.)

Referencias	Localidad	Duración del experimento (años)	Precipitación (mm)	Rotación
Galantini et al. (2004)	Bordenave	4	723	Trigo-avena
Galetto et al. (1992)	Pergamino	5	1010	Maíz-trigo/soja (no fertilizado)
Galetto et al. (1992)	Pergamino	5	1010	Maíz-trigo/soja (fertilizado)
Krüger (1996 a)	Bordenave	6	723	Girasol-trigo
Lattanzi (1997)	Marcos Juarez	10	952	Soja
Lavado et al. (1999)	Pergamino	18	1010	Trigo/soja-maíz
Mandolesi et al. (2004)	Barrow	6	814	Trigo
Mandolesi et al. (2004)	Barrow	6	814	Trigo
Mestelan et al. (2002)	Azul	5	999	Maíz-maíz-trigo/soja-maíz
Miglierina et al. (2000)	Guamini	5	857	Centeno
Nico et al. (1997)	La Plata	2	1042	Trigo
Quiroga et al. (1996)	Anguil	5	720	Trigo-sorgo
Quiroga et al. (1996)	Anguil	5	720	Trigo-sorgo
Quiroga et al. (1996)	Anguil	8	720	Trigo-sorgo
Quiroga et al. (1996)	Anguil	8	720	Trigo-sorgo
Studert, Echeverria (2002)	Balcarce	1	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja
Studert, Echeverria (2002)	Balcarce	2	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja
Studert, Echeverria (2002)	Balcarce	3	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja
Studert, Echeverria (2002)	Balcarce	4	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja
Studert, Echeverria (2002)	Balcarce	5	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja
Studert, Echeverria (2002)	Balcarce	6	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja
Studert, Echeverria (2002)	Balcarce	7	912	Pastura-pastura-pastura-maíz-soja-trigo-maíz-soja

suelo realizados a la misma profundidad (profundidad constante) se tomen mayores masas de suelo bajo SD y se sobrestime entonces el posible impacto de este sistema de labranza sobre el stock de C (Figura 1b). Esta sobrestimación se corrige calculando los contenidos de C para cada sistema de labranza para igual masa de suelo (masas equivalentes). Aplicando estos criterios,

Número de comparaciones (14 sitios con 17 ensayos)	
Profundidad constante	Masa equivalente
SD-LA n = 53	SD-LA n = 42
SD-LR n = 20	SD-LR n = 18
LR-LA n = 30	LR-LA n = 20

se seleccionaron 17 ensayos (Tabla 1), ubicados en 14 sitios distribuidos en la Región Pampeana (Figura 2). Los tratamientos de sistemas de labranzas fueron: SD, labranza reducida (LR: cincel o rastra de disco) y labranza con arado (LA: disco o reja). El impacto del sistema de labranza sobre el nivel de C del suelo se evaluó calculando las diferencias en el contenido de C entre tratamientos (ΔC) de acuerdo a los pares de comparaciones que se presentan en la Figura 2. El análisis estadístico de las diferencias en el contenido de C y en Dap entre sistemas de labranza se realizó aplicando un test de comparación de pares de datos (paired t-test, P= 0.05). Se establecieron relaciones a través de regresiones simples.

Incremento de carbono por introducción de siembra directa

Hubo diferencias significativas en las densidades aparentes entre los tres sistemas de labranza conside-

rados (SD 1.29 t m^{-3} , LR 1.27 t m^{-3} y LA 1.24 t m^{-3}). Expresando los resultados en profundidad constante, bajo SD se produjo un incremento del C del suelo en promedio de 4.35 t C ha^{-1} respecto de LA y de 4.15 t C ha^{-1} respecto de sistemas bajo LR (Figura 3a). Cuando las diferencias se recalcularon en masa equivalente, disminuyeron a 2.78 t C ha^{-1} y 2.70 t C ha^{-1} , respectivamente. En todos los casos estas diferencias fueron significativas. El incremento promedio en el nivel de C entre SD y sistemas con labranza fue de 2.76 t C ha^{-1} (Figura 3b). El incremento en el stock de C no se relacionó con los años de duración de los experimentos, la rotación, la textura del suelo, o la precipitación y temperatura media anual de los sitios de ensayo. La velocidad de cambio del nivel de C del suelo por introducción de SD fue mayor entre 4 y 9 años de establecido el tratamiento (Figura 4). Esto indica que el período de secuestro de C bajo SD ocurre principalmente en ese lapso y con un incremento anual medio de $460 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

La regresión del contenido de C del suelo bajo SD con el contenido bajo sistemas con labranza mostró una relación muy estrecha (Figura 5). Las rectas de ajuste obtenidas, incluyeron ordenadas al origen positivas y significativas; por lo tanto, predicen un impacto proporcionalmente mayor de la SD sobre el nivel de C edáfico en suelos con niveles más bajos de C. A partir de estas relaciones se estimaron los incrementos porcentuales del C orgánico del suelo por introducción de SD para distintos suelos (Figura 6). En suelos con bajos niveles de C, son esperables aumentos de hasta un 15% (masa equivalente) por cambio a SD, mientras que en suelos ricos en C el incremento rondaría el 5%.



Figura 2. Distribución geográfica de los sitios incluidos en el análisis y cantidad de diferencias en los contenidos de carbono de los suelos. SD-LA = diferencias entre los contenidos de carbono del suelo de siembra directa y labranza con arado, SD-LR = diferencias entre los contenidos de carbono del suelo de siembra directa y labranza reducida (cincel y disco), LR-LA = diferencias entre contenido de carbono del suelo de labranza reducida y labranza con arado.

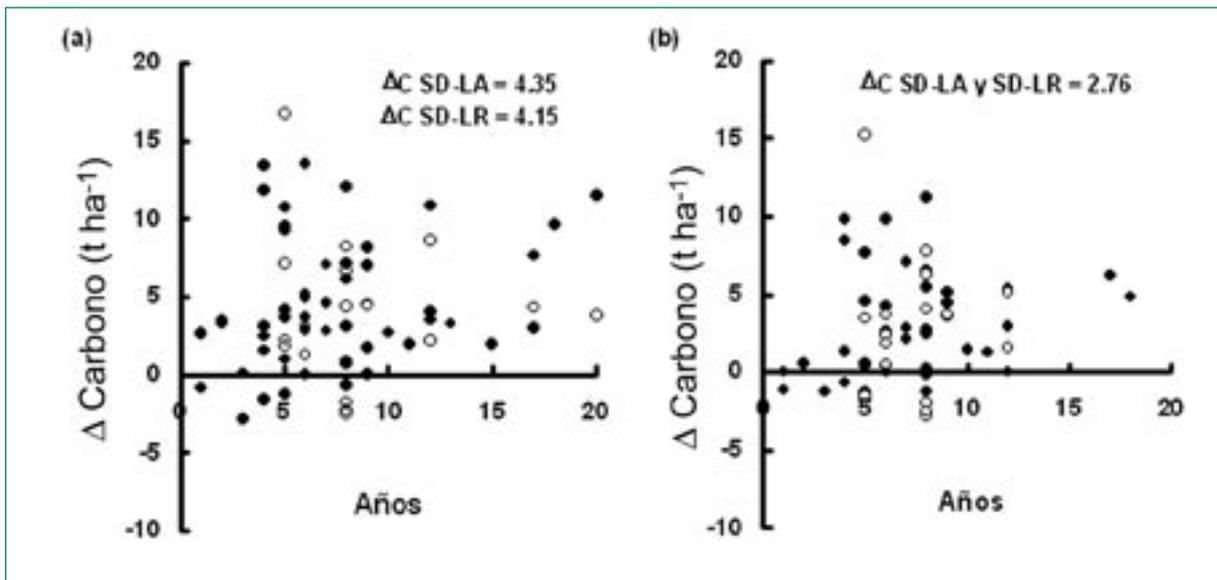


Figura 3. Cambios en los contenidos de carbono entre sistemas de labranza en función de los años de duración del experimento, (a) calculado en profundidad constante y (b) en masa equivalente. SD-LA (círculos llenos) = diferencias entre los contenidos de carbono del suelo de siembra directa y labranza con arado, SD-LR (círculos vacíos) = diferencias entre los contenidos de carbono del suelo en siembra directa y labranza reducida (cincel y disco).

Secuestro de carbono a nivel pampeano

Utilizando los mapas de suelos del INTA, se confeccionó un mapa de niveles medios de contenido de C de 0 a 20 cm para varias áreas de la Región Pampeana (Figura 7a). La ecuación de la Figura 5 b permite estimar el impacto del cambio de modalidad de labranza sobre el nivel de C en cada una de esas áreas (Figura 7b). En los suelos del oeste de la Región Pampeana son

esperables incrementos porcentuales mayores que en el este por aplicación de SD respecto de sistemas de labranza con remoción. La capacidad total de secuestro de C estimada para la región es de 74 Mt C. Esta cantidad de C es equivalente a la que es emitida por consumo de combustibles fósiles en Argentina en un período de dos años, 40 Mt C año⁻¹ (CIA World Factbook, 2004).

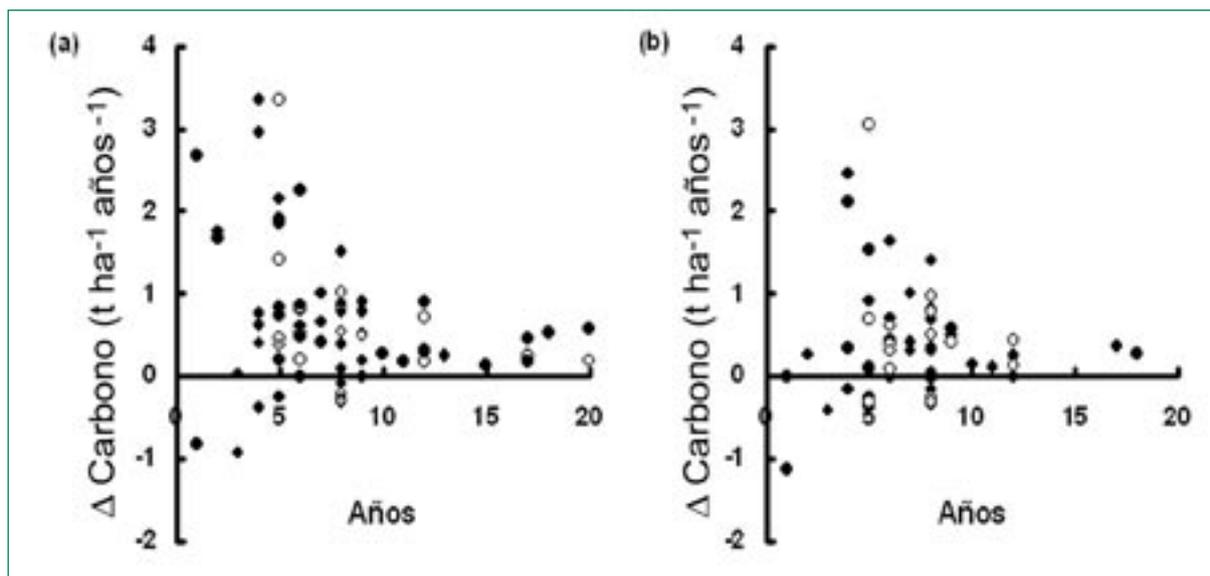


Figura 4. Velocidad de cambio en los contenidos de carbono de los suelos (Δ carbono/ Δ tiempo) en función de los años de duración de los experimentos (a) calculado en profundidad constante y (b) en masa equivalente. SD-LA (círculos llenos) = diferencias entre los contenidos de carbono del suelo en siembra directa y labranza con arado, SD-LR (círculos vacíos) = diferencias entre los contenidos de carbono del suelo de siembra directa y labranza reducida (cincel y disco).

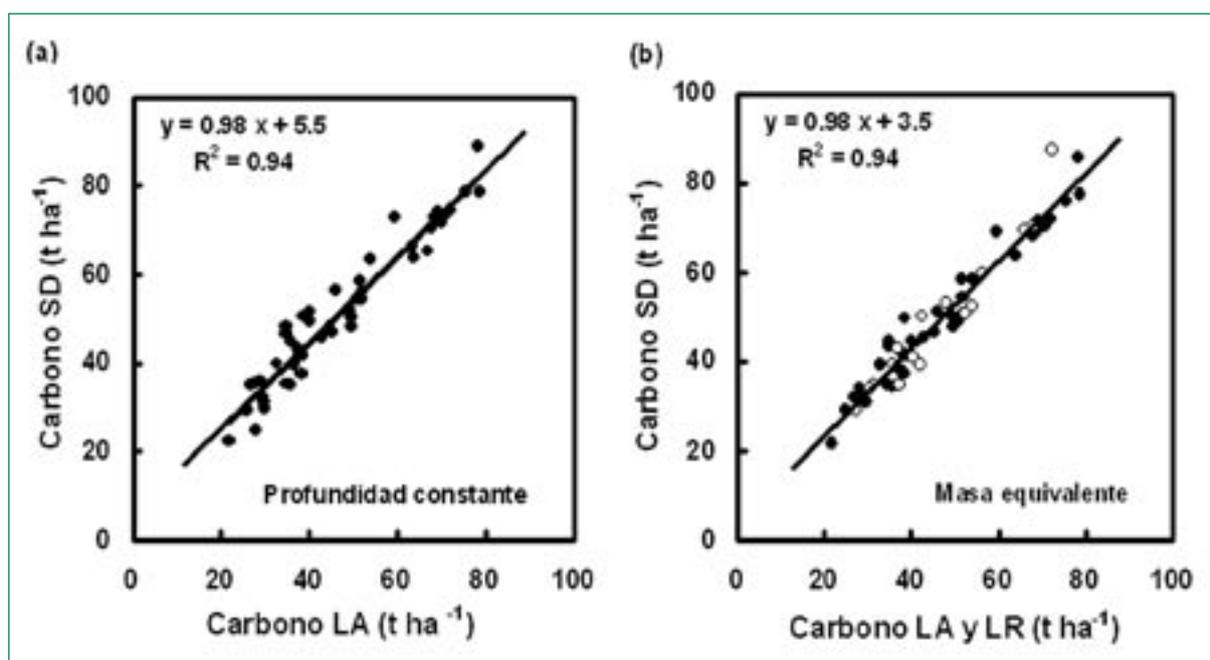


Figura 5. Relación entre el contenido de carbono del suelo bajo siembra directa y el contenido de carbono bajo labranza calculado en profundidad constante (a) y en masa equivalente, (b). LA (círculos llenos) = labranza con arado y LR (círculos vacíos) = labranza reducida (cincel y disco).

Experiencias en lotes de producción

Para testear si es posible detectar trabajando a nivel de lotes de producción diferencias en contenidos de C entre distintos manejos de labranza se muestrearon 93 lotes pertenecientes a 14 establecimientos ubicados en 6 partidos diferentes de la Pampa Ondulada (Tabla 2). Se determinó también en ellos C liviano y capacidad de mineralización de nitrógeno, en todos los casos de 0 a 30 cm de profundidad. Aproximadamente la mitad de los lotes se manejaba bajo SD y la otra mitad bajo labranza con arado o disco. Los valores se compararon por el test de t. En general, no se detectaron diferencias de las variables analizadas tanto expresando los resultados en profundidad constante como en masa equivalente. El stock de C calculado en base a masa equivalente fue inclusive mayor en los lotes bajo labranza que en aquellos bajo SD.

Estos resultados contradictorios se deben a dos causas: el impacto de la introducción de siembra directa sobre el contenido de carbono del suelo es pequeño y a que no hay homogeneidad de otras condiciones por lo que se confunde con los efectos de otros factores que hacen variar el nivel de carbono del suelo. El trabajo a nivel de lotes no es adecuado para diferenciar sistemas de labranza y los resultados que se obtienen de relevamientos de este tipo deben ser considerados muy cuidadosamente.

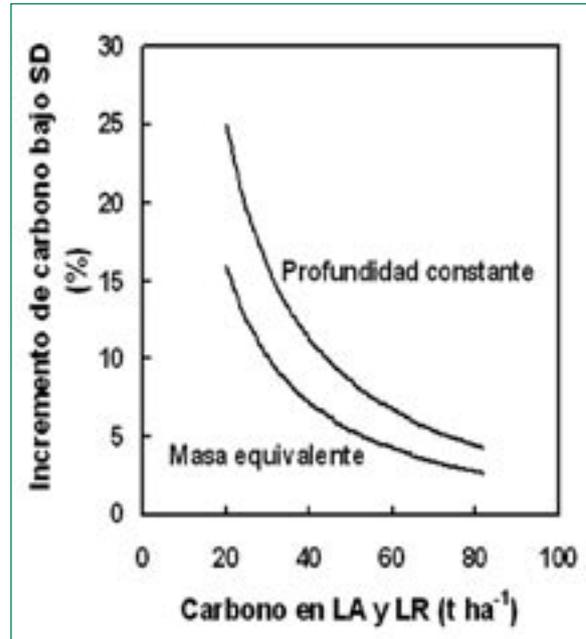


Figura 6. Incremento del contenido de carbono bajo siembra directa expresado como porcentaje del contenido de carbono bajo labranza. LA = labranza con arado, LR = labranza reducida (cincel y disco).

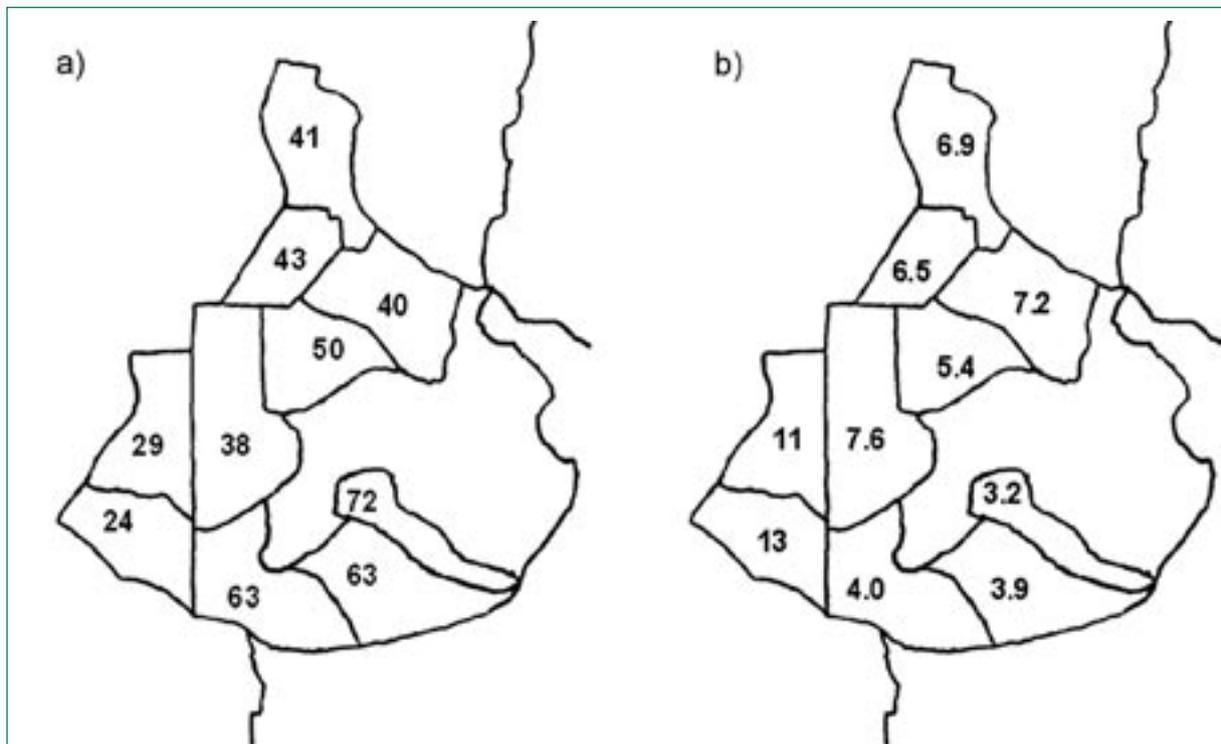


Figura 7. (a) Mapa de la Región Pampeana delimitando áreas con su contenido promedio de carbono orgánico de 0-20 cm ($t C ha^{-1}$). (b) Incremento porcentual de los niveles de carbono por introducción de siembra directa estimados a partir de la ecuación de la Figura 5 b.

Bibliografía

- Alvarez, R., Díaz, R.A., Barbero, N., Santanatoglia, O.J. y Blotta, L.** 1995 a. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage systems. *Soil & Tillage Research* 33, 17-28.
- Alvarez, R., Santanatoglia, O.J., Daniel, P.E. y García, R.** 1995 b. Respiration and specific activity of soil microbial biomass under conventional and reduced tillage. *Pesq. Agropec. Brasil.* 30, 701-709.
- Alvarez, R., Santanatoglia, O. J. y Garcia, R.** 1995 c. Soil respiration and carbon inputs from crops in a wheat-soyabean rotation under different tillage systems. *Soil Use and Management.* 11, 45-50.
- Alvarez, C.R., Alvarez, R., Grigera, M.S. y Lavado, R.S.** 1998 a. Associations between organic matter fractions and the active soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 30, (6) 767-773.
- Alvarez, R., Russo, M.E., Prystupa, P., Scheiner, J. D, Blotta, L.** 1998 b. Soil Carbon Pools under conventional and no-tillage systems in the Argentine Rolling Pampa. *Agronomy Journal*, 90 N° 2. 138-143.
- Andriulo, A. y Cordone, G.** 1998 a. Impacto de labranzas y rotaciones sobre la materia orgánica de suelos de la Región Pampeana Húmeda. En: Panigatti, J.L., Marelli, H., Buschiazzi, D., Gil, R. (Ed). *Siembra Directa.* 65-95.
- Andriulo, A., Sasal, C. y Rivero, M.L.** 2001. Los sistemas de producción conservacionistas como mitigadores de la pérdida de carbono orgánico edáfico. En Panigatti, J. L., Buschiazzi, D., Marelli, H. (Ed). *Siembra Directa II.* 17-27.
- Apezteguía, H.P., Andriulo, A., Sala, H.P., Lovera, E. y Sereno, R.** 2004. Simulación de la dinámica de la materia orgánica en suelos del Centro de la Provincia de Córdoba con el modelo AMG. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.
- Arrigo, N.M., Palma, R.M., Conti, M.E. y Cosentino, D.J.** 1991. Incidencia de las secuencias de cultivos, sistemas de labranza y fertilización sobre algunas propiedades físicas y su relación con el carbono. *Revista Facultad de Agronomía.* 11 (2-3), 151-158.
- Bergh R.G.** 1998. Evaluación de sistemas de labranza en el Centro-Sur Bonaerense. En: Panigatti, J.L., Marelli, H., Buschiazzi, D., Gil, R. (Ed). *Siembra Directa.* 223-235.
- Berón, R. y Blotta, L.** 1994. Algunas propiedades físicas de suelos serie Pergamino y su relación con los efectos de lluvias intensas simuladas. *Carpeta de Producción Vegetal, Generalidades, INTA Pergamino. Información N° 110,* 1-9.
- CIA World Factbook.** 2004. www.cia.gov/cia/publications/factbook.
- Chagas, C.I., Santanatoglia, O.J. y Castiglioni, M.G.** 1995. Tillage and cropping effects on selected properties of an Argiudoll in Argentina. *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.* 26 (5-6), 643-655.
- De la Horra, A.M., Palma, R.M., Conti, M.E. y Tortarolo, M. F.** 2000. Influencia de los sistemas de labranza sobre la actividad de enzimas relacionadas a los ciclos del C y del N. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.
- Díaz-Zorita, M.** 1999. Efectos de seis años de labranzas en un Hapludol del Noroeste de Buenos Aires, Argentina. *Ciencia del Suelo.* 17, (1), 31-36.
- Díaz-Zorita, M. y Duarte, G.A.** 2001. La siembra directa en los sistemas mixtos del Oeste Bonaerense. En: Panigatti, J.L., Buschiazzi, D., Marelli, H. *Siembra Directa II.* 281-287
- Díaz-Zorita, M., Barraco y M., Alvarez, C.** 2004. Efectos de doce años de labranzas en un Hapludol del Noroeste de Buenos Aires, Argentina. *Ciencia del Suelo.* 22, (1), 11-17.
- Domínguez, G.F., Studdert, G.A. y Echeverría, H.E.** 2004. Efecto de dos sistemas de labranza sobre materia orgánica total y particulada en un Molisol de

Tabla 2: Contenido de carbono orgánico, carbono liviano y capacidad de mineralización de nitrógeno en 93 lotes de producción de la Pampa Ondulada bajo siembra directa y labranza con arado.

	Profundidad constante			Masa equivalente		
	Carbono orgánico (t ha ⁻¹)	Carbono liviano (t ha ⁻¹)	Nitrógeno mineralizado (kg N ha ⁻¹)	Carbono orgánico (t ha ⁻¹)	Carbono liviano (t ha ⁻¹)	Nitrógeno mineralizado (kg N ha ⁻¹)
SD	65.8	8.23	139	61.6	7.70	131
LA	68.3	7.87	151	68.3	7.9	151
P	NS	NS	NS	0.01	NS	NS

SD = siembra directa, LA = labranza con arado.

P = nivel de significancia del test, NS = no significativo.

Balcarce. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.

Eiza, M.J., Fioriti, N., Studdert, G.A. y Echeverría, H.E. 2004. Fracciones de carbono orgánico en la capa arable: Efecto de los sistemas de cultivo y de la fertilización nitrogenada. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.

Fabrizzi, K.P., Morón, A., García y F.O. 2003. Soil Carbon and Nitrogen Organic Fractions in Degraded vs. Non-Degraded Mollisols in Argentina. Soil Sci. Soc. Am. J. 67-1831-1841.

Ferreras, L.A., De Batistta, J.J. Ausilio, A. y Pecorari, C. 1998. Efecto de dos sistemas de labranza sobre las propiedades físicas de un Argiudol Típico. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 23-24.

Fontanetto, H. y Vivas, H. 1998. Labranzas en el Centro de Santa Fe. En: Panigatti, J. L., Marelli, H., Buschiazzo, D., Gil, R. (Ed). Siembra Directa. 275-285.

Galantini, J.A., Iglesias J.O., Cutini, L., Krüger, H.R. y Venanzi, S. 2004. Sistemas de Labranzas: Efecto sobre las fracciones orgánicas. XIX Congreso Argentino de La Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.

Galetto, M.L.R., Blotta, L., Zeljkovich, V. y Hansen, O. 1992. Sistemas de labranzas en la rotación maíz-trigo-soja evaluación de las propiedades químicas del suelo, a los 5 años de implantado el ensayo. Carpeta de Producción Vegetal, Generalidades, INTA Pergamino. Informe N° 90, 1-10.

INDEC. 2003. Ministerio de la Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. www.indec.mecon.gov.ar.

Krüger, H.R. 1996 a. Sistemas de labranza y variación de propiedades químicas en un Haplustol Entico. Ciencia del Suelo. 14, 53-55.

Lattanzi, A. R. 1993. Secuencias de cultivos y sistemas de labranzas para la producción de soja. Oleaginosos. 4, 36-40.

Lavado, R.S., Porcelli, C.A. y Alvarez, R. 1999. Concentration and distribution of extractable elements in a soil as affected by tillage systems and fertilization. The Science of the Total Environment. 232, 185-191.

Mandolesi, M.E., Ron, M., Vidal, P.E. y Forjan, H.J. 2004. Carbono orgánico y sus fracciones según uso del suelo en un Argiudol típico del Centro Sur Bonaerense. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.

Mestelan, S., Ressia, J., Pazos, M., Mendivil, G., Olagaray, D. y Balbuena, R. 2002. Impacto de diferentes sistemas de labranzas en propiedades de un Phaeozem Luvico del Centro de la Provincia de

Buenos Aires. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.

Miglierina, A.M., Rosell, R.A. y Cacchiarelli, J. 2000. Dinámica de nutrientes en fracciones granulométricas de un Hapludol Típico bajo labranzas diferentes. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD.

Nico, A.I., Aragón, A. y Chidichimo, H.O. 1997. La materia orgánica en un suelo bajo labranza convencional y siembra directa: análisis comparativo del perfil de distribución y el fraccionamiento físico. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata. 102, (1), 45-50.

Quiroga, A.R., Monsalvo, M., Buschiazzo, D.E. y Adema, E. 1996. Labranzas en la Región Semiárida Pampeana Central. En: Buschiazzo, D.E., Panigatti, J. L. Babinec, F. J. (Ed). Labranzas en la Región Semiárida Argentina. 81-91.

Studdert, G.A. y Echeverría, H.E. 2002. Rotaciones mixtas, labranzas y carbono orgánico en la capa arable en el Sudeste Bonaerense. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Publicado en actas en CD. ■