

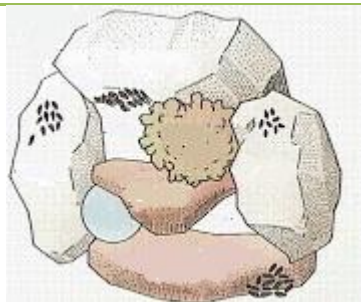
## Cambios en la estabilidad de agregados de suelos con diferente labranza

Julio O. Iglesias, Juan A. Galantini y Adrián Vallejos

---

*Los sistemas de labranza modifican la cantidad y distribución del carbono, influyendo sobre el tamaño de los agregados y la estabilidad estructural de los suelos. Es importante conocer estos efectos a largo plazo para anticipar posibles efectos adversos sobre el funcionamiento del agroecosistema. La escasa información en el SO bonaerense sobre este aspecto, llevó a estudiar la experiencia que se encuentra en Tornquist.*

---



Los sistemas de labranza modifican la cantidad y distribución del tamaño de los agregados y la estabilidad estructural de los suelos. Es importante conocer estos efectos a largo plazo para anticipar posibles efectos adversos sobre el funcionamiento del agroecosistema. La agricultura intensiva y el monocultivo deterioran la estructura del suelo, que se puede evaluar a través de la estabilidad de agregados (EA). Ella ha sido una variable sensible al uso y manejo del suelo, por ello propuesta como un indicador de calidad de suelos (Shepherd et al., 2001). La agregación de las partículas del suelo es un proceso edafogénico resultado de la compleja interacción órgano-mineral que puede ser modificada por el manejo. Sin embargo se considera que los resultados obtenidos en estudios sobre efecto de labranzas en la EA son aún contradictorios porque éstos son dependientes del pre tratamiento de las muestras, de su contenido de humedad y de la intensidad del tamizado. Por ello, las investigaciones sobre EA y la distribución de agregados por tamaño, son principalmente de valor comparativo y requieren de una detallada descripción de la metodología aplicada, para que los resultados se interpreten dentro del contexto de dicha metodología (Daraghmeah et al., 2009).

La teoría jerárquica de agregación propone que los microagregados se unen para formar macroagregados y los lazos dentro de microagregados son más fuertes que entre los macroagregados (Edwards & Bremner, 1967), así las partículas de suelo se unen a través de materiales orgánicos e inorgánicos (Tisdall & Oades, 1982).

El laboreo modifica la agregación del suelo por ruptura física de los macroagregados y por alteración de factores biológicos y químicos (Barto et al., 2010; Piccolo et al., 1998). En particular, la labranza convencional (LC) aumenta la exposición al aire, sol y viento, mientras que las prácticas de manejo reducidas como la siembra directa (SD) moderan el impacto de los ciclos mojado-secado, debido a la protección de residuos en superficie mejorando la EA

(Bronik & Lal, 2005). Por ello es importante cuantificar el efecto de diferentes sistemas de labranza y su relación con la estabilidad del suelo. Fedoroff (1987) sugiere la idea de utilizar los suelos naturales sin cultivar como la más alta calidad para la evaluación de la degradación del suelo, aunque no existe un consenso generalizado.

En base a estos antecedentes se planteó la hipótesis: “En la medida que se incrementa la intensidad del disturbio en el sistema de labranzas, aumenta la fracción de agregados menor a 1 mm obtenidos por tamizado en seco, consecuencia de la pérdida de estabilidad del suelo y este valor se puede utilizar como un indicador de la intensidad de disturbio”. El objetivo del presente trabajo fue: evaluar el efecto de los sistemas de labranza a largo plazo sobre la distribución de los diferentes tamaños de agregados.

### **Características de la experiencia**

El ensayo se realizó en el establecimiento “Hogar Funke” ubicado en el partido de Tornquist, en un Argiudol típico profundo de textura franca limosa. El lote en estudio fue sistematizado en 1975 con curvas de nivel sin gradiente y desde el año 1986 sobre una parcela de 16 hectáreas se implementaron dos sistemas de labranza, SD y LC quedando dividida en 2 tratamientos de 8 hectáreas, uno SD y otro LC.

Durante el año en estudio en ambos sistemas se sembró trigo. En el mes de diciembre en las profundidades 0-5 y 5-10 cm, se tomaron 2 muestras en cada bloque y profundidad (un total de 6 réplicas en cada tratamiento y profundidad). Una fracción de suelo alrededor sin cultivar desde que se sistematizó el lote en estudio asumido como “Natural”, se muestreó de igual forma. De tal forma quedaron definidos tres tratamientos, Natural (Nat); siembra directa (SD) y labranza convencional (LC).

Las muestras de suelo secas al aire, se rompieron de forma manual siguiendo sus planos de debilidad y se los tamizó con tamiz de 8 mm. Para determinar la EA se utilizó el cambio del diámetro medio ponderado (CDMP) propuesto por De Leenher & De Boodt (1958), adaptado por Santanatoglia & Fernández (1982). La EA se expresó como valores de CDMP, (diferencia entre el DMP del tamizado en seco y el DMP del tamizado en húmedo); a mayor CDMP mayor inestabilidad del suelo (Vallejos et al., 2012). El método consiste en un tamizado en seco donde se separaron 4 fracciones: 8-4,8, 4,8-2,8, 2,8-2,0 y 2,0-1,0 mm. La muestra menor de 1 mm se descartó. Posteriormente con las fracciones obtenidas se realizó un tamizado en húmedo con tamices malla 4,8; 2,8; 2; 1; 0,5 y 0,3 mm. Se calculó el índice de estabilidad de agregados (IEA) expresado como el cociente entre un valor de estabilidad

(CDMP<sub>ref</sub>) del suelo de referencia (natural, con valor 100) y el del tratamiento (CDMP<sub>trat</sub>) multiplicado por 100, de esta forma valores menores de 100 para tratamientos disturbados expresan el porcentaje que conservan de la EA original del suelo (Echeverría et al., 2015).

$$IEA = \text{CDMP}_{\text{ref}} / \text{CDMP}_{\text{trat}} \times 100$$

CDMP: diámetro medio ponderado

En este trabajo se definió como macroagregados a los agregados > 2,8 mm, mesoagregados a los comprendidos entre 2,8 y 1 mm y microagregados a los < 1 mm. La muestra < 1 mm del tamizado en seco no se utilizó para tamizado en húmedo por ello los resultados obtenidos en los agregados en húmedo no se compararon con los obtenidos en el tamizado en seco dado que la cantidad de suelo de donde se partió no fue la misma.

### **Distribución de los tamaños de agregados tamizados en seco y húmedo**

Cuando se analizó la distribución promedio de las fracciones de agregados de tamizado en seco se observó interacción entre tratamientos y profundidades en algunos tamaños de agregados. Posiblemente el laboreo en LC mezcló los dos estratos en estudio afectando en forma diferente las categorías de agregados, por tal motivo se analizó cada profundidad por separado.

En 0-5 cm los tratamientos afectaron la distribución de algunos agregados tamizados en seco (Tabla 1). En el tamaño 8,0-4,8 mm el Nat no difirió con SD, en cambio en 4,8-2,8 mm fue superior. Los agregados mayores de 4,8 mm se incrementaron a medida que disminuyó el disturbio, la ausencia de actividad agropecuaria en Nat y de labranzas en SD permitieron la unión de microagregados en agregados más grandes (8 a 4,8 mm), según los conceptos de la teoría de Tisdall & Oades (1982). En Nat, si bien no se midió la producción de materia seca, es de esperar mayor aporte que en LC, por que produjo biomasa durante todo el año por ausencia de barbecho y con un reciclado total por no haber extracción de grano ni de pasto.

Por otro lado cuando fue mayor el nivel de disturbio aumentó la cantidad de material (partículas y agregados menores de 1 mm) y presentó una tendencia a disminuir el porcentaje de agregados mayores de 2,8 mm. La disminución de los macroagregados en los sistemas cultivados sería el resultado de cambios en el aporte de carbono al suelo y por acción del laboreo.

En LC la fracción menor a 1 mm (34,6%), formada principalmente por material suelto por efecto del laboreo, evidenció mayor destrucción de los macroagregados, que SD y Nat. La disminución en la EA está relacionada al manejo y una disminución en el ingreso de residuos

afectaría la agregación (Kasper et al., 2009; Cacchiarelli et al., 2008). Una caída en el porcentaje de macroagregados asociada con el menor aporte de residuos de cultivo con diferentes secuencias fue observada por Shaver et al. (2002). Por otro lado Shu et al. (2015) observaron un incremento de la proporción de macroagregados cuando disminuyeron las labranzas y aumentaron los residuos en un suelo franco arenoso.

En el presente estudio los microagregados aumentaron por efecto las labranzas, producto de la destrucción de los macroagregados  $< 0,250$  mm. En cambio, Elliott (1986) menciona que los microagregados no son afectados por las labranzas, en este trabajo solo se determinaron microagregados  $< 1$  mm incluyéndose en esta fracción todo el material suelto. Esta categorización de los microagregados sería la causa de la diferencia con la bibliografía citada. En el estrato inferior (5-10 cm) los tratamientos Nat y SD presentaron mayores porcentajes de agregados  $> 2,8$  mm que LC, probablemente producto del sistema de labranza. Los agregados menores que 1 mm aumentaron en LC y no se encontraron diferencias entre SD y Nat. En SD las diferencias observadas en los agregados  $< 1$  mm fueron menos importantes que en el estrato superficial posiblemente el no laboreo promovió menor grado de disturbio que en superficie.

La cantidad de agregados  $< 1$  mm mostró una tendencia del efecto de los tratamientos sobre la EA. En la capa superficial fueron todos diferentes (Nat $<$ SD $<$ LC), en profundidad LC fue el más inestable (Nat=SD $<$ LC). Por lo que esta fracción podría ser un indicador sensible de la estabilidad de la estructura del suelo.

La distribución promedio de las fracciones de agregados tamizados en húmedo (Tabla 1) presentó interacción entre tratamientos y profundidades en algunos tamaños de agregados. El análisis de la cantidad de los agregados en húmedo en la profundidad 0-5 cm presentó mayor cantidad de agregados superiores a 2,8 mm en Nat y SD, aunque este último no difirió de LC. Los agregados de este tamaño presentaron una tendencia a disminuir cuando aumentó el disturbio. El menor porcentaje de agregados menores de 1 mm fue condicionado por la resistencia de los agregados de 8 a 1 mm. Estos resultados fueron similares a los informados por Spaccini et al. (2001), quienes indicaron que el monocultivo reduce los agregados más grandes. La distribución de agregados tamizados en húmedo diferenció entre los tratamientos Nat y LC.

En 5-10 cm la cantidad de agregados en cada categoría fueron similares en todos los tratamientos excepto la fracción 4,8-2,8 mm y la fracción  $< 1$  mm.

Tabla 1. Distribución promedio (%) de fracciones de agregados de tamizado en seco y húmedo.

		Tamaño de agregados (mm)						
seco		8,0-4,8	4,8-2,8	2,8-2,0	2,0-1,0	< 1		
0-5 cm								
Nat		29,02 a	29,55 a	7,81 a	16,28 a	17,33 c		
SD		24,68 ab	22,69 b	9,33 a	18,36 a	24,94 b		
LC		20,07 b	18,17 b	9,10 a	17,95 a	34,57 a		
5-10 cm								
Nat		35,32 a	28,17 a	7,31 a	14,45 a	14,75 b		
SD		39,47 a	26,48 a	6,73 a	14,21 a	13,11 b		
LC		29,16 b	19,54 b	6,35 a	15,37 a	29,57a		
Tratamiento	*	**	ns	ns	**			
Profundidad	**	*	**	ns	**			
Interacción	*	*	ns	ns	*			
húmedo		8,0-4,8	4,8-2,8	2,8-2,0	2,0-1,0	1-0,5	0,5-0,3	< 0,3
0-5 cm								
Nat		33,70 a	33,01 a	8,38 a	18,74 a	0,83 b	0,32 b	5,07 b
SD		28,13 ab	21,67ab	9,17 a	18,99 a	5,71 a	3,10 a	15,89a
LC		22,39 b	16,20 b	7,87 a	21,87 a	7,14 a	6,93 a	17,77a
5-10 cm								
Nat		37,94 a	23,44 a	7,20 a	15,64 a	4,13 a	2,49 a	9,16 b
SD		32,12 a	22,72 ab	7,22 a	15,04 a	3,46 a	5,38 a	14,06 a
LC		33,02 a	16,67 b	7,09 a	15,93 a	5,86 a	4,44 a	16,99 a
Tratamiento	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
Profundidad	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interacción	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns

Tratamiento: Nat, natural; SD, siembra directa; LC, labranza convencional. Para cada profundidad analizada en cada tamaño de agregados (tamizados en seco o en húmedo), letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ , test DMS).\*:  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; ns: no significativa

### Estabilidad de agregados y cambio del diámetro medio ponderado

La mayores diferencias en la EA se encontraron en la capa superficial, donde se observó que el CDMP aumentó (Tabla 2) a medida que aumentó el disturbio con la historia de laboreo. Resultados similares fueron publicados por Sanzano et al. (2005) quien trabajó en un Haplustol típico con diferentes tratamientos obteniendo valores entre 0,42 y 1,35 mm. En la profundidad 5-10 cm no se encontraron diferencias en el CDMP entre Nat y SD.

Al analizar los resultados del IEA podemos afirmar que los suelos con mayor remoción tuvieron menor estabilidad estructural que el mismo suelo cuando disminuye el disturbio. En

0-5 cm el tratamiento LC presentó un valor menor que Nat (80%), en cambio SD solo el 37%. Coincidiendo con un efecto similar descrito por Echeverría et al 2015, trabajando en un Paleudol Petrocalcico en el estrato superficial. En 5-10 cm se observó que solo en LC el valor de IEA fue menor (44%) que el obtenido en los tratamientos Nat y SD.

Tabla 2. Cambio en el diámetro medio ponderado, índice de estabilidad de los agregados del suelo en los tratamientos estudiados.

<b>Tratamiento</b>			
	Nat	SD	LC
<b>Prof. (cm)</b>	<b>CDMP</b>		
<b>0-5</b>	0,24 c	0,38 b	1,20 a
<b>5-10</b>	0,53 b	0,54 b	1,00 a
<b>0-10</b>	0,38	0,46	1,10
	<b>IEA</b>		
<b>0-5</b>	100	63	20
<b>5-10</b>	100	103	56
<b>0-10</b>	100	81	38

Tratamiento: Nat, natural; SD, siembra directa; LC, labranza convencional. Para cada profundidad analizada letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ , test DMS). CDMP cambio en el diámetro medio ponderado; IEA: índice de estabilidad de agregados.

## Conclusiones

La estabilidad de los agregados en la profundidad 0-5 cm permitió separar mejor los manejos estudiados mejor que en 5-10 cm. La distribución de tamaños de agregados en seco fue afectada por la intensidad de disturbio. Al disminuir las labranzas se observó una tendencia a incrementar la cantidad de agregados mayores a 2,8 mm.

La cantidad de agregados menores de 1 mm fue el tamaño más sensible para diferenciar el efecto del manejo, siguiendo el mismo patrón que la estabilidad de los agregados, y por ello, se la podría utilizar como un estimador simple de obtener.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Cristian Kleine (Hogar Funke) por su colaboración y a la regional Bahía Blanca AAPRESID por apoyar la realización del ensayo.

## Bibliografía consultada

- Barto E.K.; F. Alt; Y. Oelmann; W. Wilcke & M.C. Rillig. 2010. Contributions of biotic and abiotic factors to soil aggregation across a land use gradient, *Soil Biol. Biochem.* 42: 2316–2324.
- Bronick C.J. & R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124(1): 3-22.
- Cacchiarelli J.; J.A. Galantini, R.A. Rosell. 2008. Estabilidad estructural y P en fracciones de agregados en la cuenca del A° El Divisorio (Coronel Pringles, BA). *Ciencia del Suelo* 26 (1) 71-79.
- Daraghme O.A.; J.R. Jensen & C.T. Petersen. 2009. Soil structure stability under conventional and reduced tillage in a sandy loam. *Geoderma* (150): 64-71
- De Leenheer L. & M. De Boodt. 1958. Determination of aggregate stability by change in mean weight diameter, In : Proc, Int, Symp, on soil structure, Medelinger, Belgie, 24: 290-300.
- Echeverría N.; G. Blanco; J.C. Silenzi; A.G. Vallejos; R. Jersonsk & M. De Lucia. 2008. Efecto del uso y manejo sobre la degradación física de un Hapludol éntico. XXI AACCS, San Luis. En CD.
- Edwards A.P. & J.M. Bremner 1967. Microaggregates in soils. *J. Soil. Sci.* 18(1): 64-73.
- Elliott E.T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 627–633.
- Fedoroff, N. 1987. The Production Potential of Soils: Part I—Sensitivity of Principal Soil Types to the Intensive Agriculture of North-Western Europe. In *Scientific basis for soil protection in the European Community* (65-85). Springer.
- Iglesias J.O., J.A. Galantini, A.M. Miglierina, M.R. Landriscini, R.A. Rosell. 1998. Cambios en la distribución del espacio poroso debidos al sistema de labranza y al tránsito en un Hapludol típico de la Región Subhúmeda Argentina. *Rev. Fac. Agronomía (UBA)* 18 (1-2) 19-26
- Iglesias J.O., J.A. Galantini, R.A. Rosell, A.M. Miglierina y M.R. Landriscini. 1996. Cambios en la distribución del espacio poroso en un Entic Haplustoll con diferentes secuencias de cultivos en la región semiárida Argentina. [Agricultura Técnica \(Santiago, Chile\)](#) 56 (1): 43-48.
- Iglesias J., J.A. Galantini, H. Krüger, S. Venanzi. 2014. Soil pore distribution changes in no-till and conventionally tilled systems under animal grazing. *Agriscientia* 31(2) 93-102.
- Kasper M.; G.D. Buchan; A. Mentler & W.E.H. Blum. 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil Till. Res.* 105: 192–199.
- Piccolo G., R.A. Rosell, J.A. Galantini. 1998. Transformaciones de la materia orgánica en un suelo laterítico (Misiones, Argentina): I. Distribución del CO en fracciones de agregados. *Agricultura Técnica (Chile)* 58 (2) 133-141
- Santanatoglia O.J. & N. Fernández. 1982. Modificación del método de De Boodt y De Leenheer para el análisis de la distribución de agregados y efecto del tipo de embalaje y acondicionamiento de la muestra sobre la estabilidad estructural. *RIA.* 17(1): 23-31.
- Sanzano G.; R. Corbella; J. García & G. Fadda. 2005. Degradación física y química de un Haplustol Típico bajo distintos sistemas de manejos del suelo. *Ciencia del Suelo* 23: 93–100.
- Shaver T.M., G.A. Peterson; L.R. Ahuja; D.G. Westfall; L.A. Sherrod & G. Dunn. 2002. Surface soil physical properties after twelve years of dryland no-till management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66(4): 1296-1303.
- Shepherd T.G.; S. Saggari; R.H. Newman; C.W. Ross, & J.L. Dando. 2001. Tillage-induced changes to soil structure and organic carbon fractions in New Zealand soils. *Soil Res.* 39(3): 465-489.
- Shu X.; A. Zhu; J. Zhang; W. Yang; X. Xin & X. Zhang. 2015. Changes in soil organic carbon and aggregates stability after conversion to conservation tillage for seven years in the Huang-Huai-Hai of china. *J. Int. Agr.* 14(6): 1202-1211.
- Spaccini R; A Zena; CA Igwe; JSC Mbagwu & A Piccolo. 2001. Carbohydrates in water-stable aggregates and particle size fractions of forested and cultivated soils in two contrasting tropical ecosystems. *Biogeochemistry* 53(1): 1-22.
- Tisdal JM & JM Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.* 33: 141–163.
- Vallejos A.G.; J.C. Silenzi; N.E. Echeverría, & M. De Lucia. 2012. Utilización de cáscaras de girasol (*Helianthus annuus* L.) como enmienda orgánica y sus efectos sobre propiedades del suelo. *Agro-Ciencia, Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 28(2): 117-126.