

Impacto del cambio en el uso de la tierra en dos suelos de Entre Ríos, Argentina

The impact of the changes in land-use on two soils of Entre Rios Province, Argentina

Paraná, viernes 12 de mayo de 2006

Contenido:

[\[Introducción\]](#) [\[Materiales y métodos\]](#) [\[Resultados y discusión\]](#) [\[Conclusiones\]](#)  
[\[Agradecimientos\]](#) [\[Referencias bibliográficas\]](#)

---

Marcelo G. Wilson  
Nestor Garciarena  
Hugo Tasi  
A. Paz González \*  
W. Mancuso  
Luis Lopez

---

\* Facultad de Ciencias. University of Coruña. Zapateira 15071 La Coruña (España).

## Introducción

En el contexto agropecuario, la sustentabilidad se refiere a la capacidad que tiene un sistema de mantener su productividad y los recursos de los que depende. En los últimos años en Entre Ríos (Argentina), se incorporaron a la agricultura tierras de gran fragilidad ambiental y se incrementó la proporción de cultivos agrícolas en las rotaciones, principalmente la soja. Esta situación podría provocar cambios estructurales y funcionales en el suelo y afectar la calidad del mismo, poniendo en riesgo el mantenimiento de la productividad a largo plazo. En el contexto del uso de la tierra, es una tarea fundamental crear las condiciones ideales para la sustentabilidad del sistema agropecuario, manteniendo su productividad y los recursos de los cuales depende. La calidad del suelo se puede definir brevemente como la "adecuación para un uso". Esto significa que la calidad de un suelo dependerá no solamente de su naturaleza dinámica sino además del uso y manejo que se le dé (Larson y Pierce, 1994; Doran y Parkin, 1994). La evaluación de la calidad del suelo debe primeramente identificar las funciones de éste, constituyendo una herramienta para el manejo para luego sí seleccionar las propiedades del suelo que influyen sobre aquellas funciones, que dependen a su vez de cada tipo de suelo (Karlen *et al.*, 1998).

Para la estimación de la calidad del suelo se utilizan indicadores. Estos muestran la condición actual o "estado del recurso" y su tendencia, positiva o negativa, dependiendo de la condición de referencia. Los indicadores son seleccionados de un grupo de variables de acuerdo a la sensibilidad mostrada a la implementación de un uso y manejo del suelo, material parental y las funciones del suelo en el agroecosistema, agrupándose en un set o conjunto de datos mínimos (CDM), (Larson y Pierce, 1994; Doran y Safley, 1997; Seybold *et al.*, 1998).

El objetivo de este trabajo fue conocer el impacto provocado por el cambio en el uso de la tierra en dos suelos diferentes, a partir de la selección de un conjunto de indicadores de calidad de suelo.

## **Materiales y métodos**

### **Caracterización del sitio y prácticas de manejo**

En la República Argentina, el Orden de suelos Vertisol se ve representado especialmente en la provincia de Entre Ríos, ocupando en ésta una superficie de 2.350.000 ha. Asimismo, cuando se presenta intergrado con otros ordenes de suelo, llega a cubrir aproximadamente el 70% de la provincia, de los cuales los Molisoles con características vérticas representan el 31,4% de la superficie (Tasi, 2000).

En un Establecimiento agropecuario basado en la producción tambera, localizado en a 32° 04' S y 60° 01' W, fueron evaluadas variables físicas y químicas en dos Series de suelos, correspondientes a las Series María Dolores -Peluderte árgico- (Vertisol) y El Carmen -Argiudol vértico- (Molisol), (USDA, 1998). Tomando como referencia a la condición inalterada de un suelo con bosque nativo, fueron muestreados lotes con diferentes usos: pradera (praderas consociadas de gramíneas y leguminosas e implantación de verdes), pradera-agricultura (con 50% de cultivos agrícolas en los últimos seis años) y agricultura de mediano plazo (con cuatro cultivos en el Argiudol vértico y seis cultivos en el Peluderte árgico en los últimos seis años). Los cultivos de soja y sorgo granífero fueron los cultivos más importantes en la rotación, siendo la labranza cero el sistema de labranza utilizado en los años previos al muestreo.

### **Métodos de laboratorio y de campo**

Tres muestras compuestas de suelo, conformadas de 5 submuestras cada una, fueron tomadas a una profundidad de 00-12 cm. El muestreo de suelo fue realizado sin disturbar para el análisis de estabilidad de agregados del suelo y disturbado para la determinación de las características del suelo de rutina. Las muestras fueron secadas al aire y pasadas a través de un tamiz de 2000  $\mu\text{m}$ . La distribución de tamaño de partícula fue determinada por el método de la pipeta. El contenido carbono orgánico para el cálculo de materia orgánica (MO) fue determinado por el método Walkley y Black, el pH del suelo usando una relación 1:2.5 de suelo y nitrógeno total (Nt) según el método Kjeldahl. También se consideró la relación C/N. La estabilidad de agregados fue determinada por el método de Hénin, según sus tres pretratamientos diferentes: sin ningún tratamiento previo a la inmersión en agua (AEA), tratamiento previo con etanol (AEE) y tratamiento previo con benceno (AEB). El resultado de los tres pretratamientos fue utilizado para el cálculo de los agregados estables promedios (AEM) y a partir del dato de la fracción inestable se calculó el índice de inestabilidad (Is). Se determinó además el índice K de percolación de Hénin, la densidad de suelo (Ds) por el método del cilindro y la densidad de partícula (Dr) por el método del picnómetro. La porosidad total (PT) fue calculada utilizando Ds y Dr. En cada suelo y condición de uso, la erosión fue definida por el método visual y además, cuatro mediciones de la profundidad del horizonte A para estimar la pérdida de suelo.

### **Estadística**

La selección de las variables más sensibles como indicadores de calidad de suelo en relación a la intensificación por el uso, se realizó tomando a la condición inalterada como referencia a través de la determinación de la significancia ( $< 0.01$ ),  $R^2$  y la pendiente relativa de la regresión lineal ( $< 0.04$ ). La diferencia entre los usos del suelo fue evaluada por análisis de la varianza (ANOVA) y las diferencias significativas entre las medias, por la prueba de Tukey (5%).

## **Resultados y discusión**

La superficie ocupada por el Molisol, se encuentra ubicada en los planos y pendientes altas del establecimiento, condicionando el flujo de agua a las porciones inferiores del paisaje, representado por el Vertisol, que presenta mayor susceptibilidad a la erosión por su posición. La clase textural del horizonte A para ambos suelos fue franco-arcillo-limosa, con más del 38% de arcilla en el Peluderte árgico y menos del 30% en el Argiudol vértico, aunque la proporción de arenas en ambos fue menor al 3%. El incremento de la participación de los cultivos agrícolas en la rotación provocó el deterioro de los suelos. En la Tabla 1 se presenta el análisis de sensibilidad de las variables de suelo evaluadas, donde se observa que las variables más sensibles para el Vertisol fueron la MO, la pérdida de suelo, AEA, AEB y AEM, junto a los índices de inestabilidad y el K de percolación, mientras que para el Molisol fueron la MO, Nt, Ds, AEB y los dos índices de

Hénin.

**Tabla 1:** Impacto provocado por el cambio en el uso de la tierra determinado a través del análisis de sensibilidad de variables físicas y químicas de los suelos analizados, medidas por la pendiente de la regresión lineal (b), significancia y R<sup>2</sup>.

Variables de suelo	Peluderte árgico			Argiudol vértico		
	b	significancia	R <sup>2</sup>	b	significancia	R <sup>2</sup>
<b>MO</b>	-0.04	0.003	0.60	-0.08	0.006	0.54
<b>pH</b>	0.00	0.419	0.07	-0.01	0.407	0.07
<b>Nt</b>	-0.04	0.047	0.34	-0.08	0.003	0.59
<b>Relación C/N</b>	0.00	0.825	0.01	0.00	0.760	0.01
<b>AEA</b>	-0.06	0.004	0.57	-0.06	0.055	0.32
<b>AEE</b>	-0.03	0.069	0.29	0.00	0.773	0.01
<b>AEB</b>	-0.08	0.010	0.50	-0.10	0.011	0.49
<b>AEM</b>	-0.06	0.006	0.55	-0.05	0.070	0.29
<b>Índice inestabilidad</b>	-0.10	0.008	0.52	-0.11	0.0001	0.81
<b>K de percolación</b>	-0.11	0.003	0.61	-0.12	0.0001	0.78
<b>PT</b>	-0.02	0.004	0.59	-0.03	0.0003	0.75
<b>Ds</b>	-0.03	0.005	0.57	-0.05	0.0002	0.76
<b>Pérdida de suelo</b>	-0.06	0.002	0.63	-0.03	0.459	0.06

(MO= contenido de material orgánica, Nt = nitrógeno total, AEA= agregados estables al agua, AEE = agregados estables al etanol, AEB = agregados estables al benceno, AEM = agregados estables promedio, PT = porosidad total y Ds= densidad de suelo).

Las variables PT y Ds, si bien presentaron buena significancia y R<sup>2</sup>, la pendiente de la regresión lineal fue muy baja, por lo que los cambios en el uso del suelo provocaron escasa variación en sus valores en ambos suelos. Cabe destacar que en el Peluderte árgico los indicadores seleccionados mostraron mayor sensibilidad de las variables físicas, mientras que en el Argiudol vértico la MO y el Nt fueron más sensibles afectando la estabilidad de los agregados estables al benceno. Para el área de estudio el contenido de materia orgánica y la estabilidad de agregados han sido previamente reportados como indicadores, tanto en Molisoles con uso agrícola (Wilson et al., 2000) como en Vertisoles en uso arrocero regados con agua bicarbonatada sódica (Cerana et al., 2006). A su vez, pueden sumarse al CDM otros indicadores que diferirán según el suelo y el uso analizados.

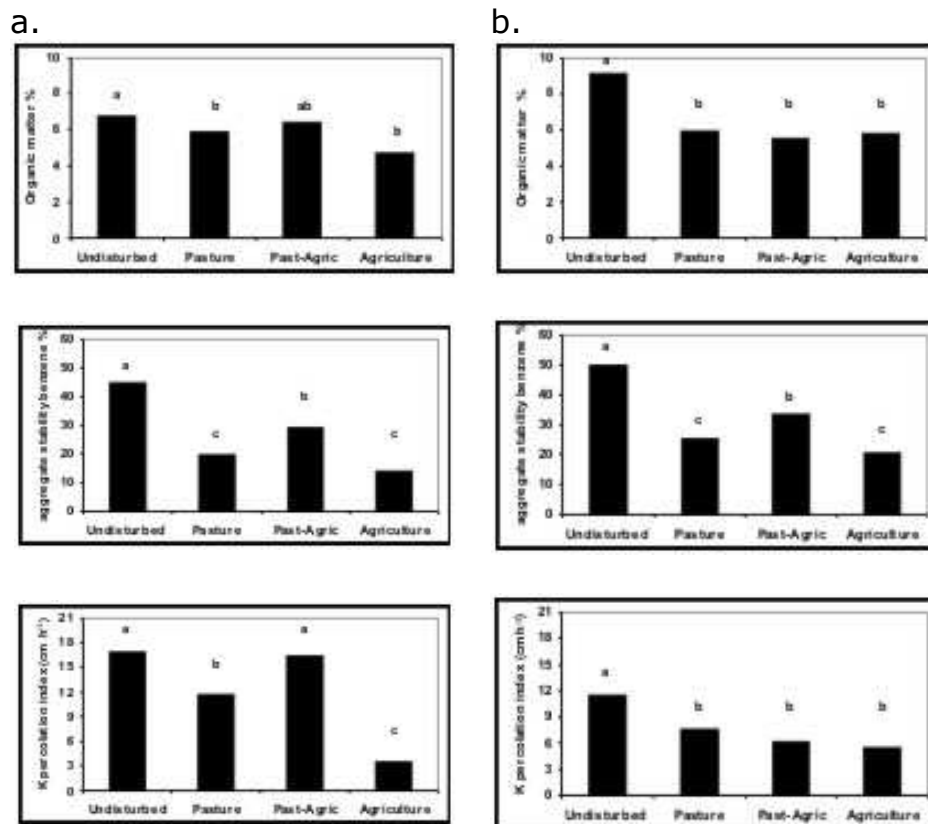
La estimación de la erosión del suelo medida a través de la pérdida del espesor del horizonte superior fue identificada como un indicador altamente sensible en el Peluderte árgico (Tabla 1). De esta manera, en las condiciones que incluyen pasturas la pérdida de suelos osciló entre 23 y 34%, y en la agricultura de mediano plazo en promedio superó el 42%. Por otra parte, en el Argiudol vértico esta variable no se mostró sensible. Ello puede ser explicado por la ubicación de los suelos en el paisaje, ya que este suelo al encontrarse en una posición plana a suavemente ondulada, la pérdida del horizonte superior no fue muy elevada (21% en la agricultura de mediano plazo). No obstante, cuando se registra un aumento del grado de la pendiente la disminución del espesor del horizonte A es notable. Asimismo, la erosión determinada por el método visual mostró que en la media loma alta de los lotes es de leve a moderada y de moderada a severa cuando se incluyó agricultura. Por lo tanto la erosión en el Molisol, si bien no reflejó buena sensibilidad cuando se midió mediante la pérdida del horizonte superior, es una variable de la cual no se puede prescindir en un CDM. En la Tabla 2 se presentan los indicadores de calidad de suelo seleccionados para evaluar los cambios en el uso de la tierra.

**Tabla 2:** Conjunto de datos mínimos propuesto para estimar los cambios en el uso de la tierra en un Peluderte árgico y en un Argiudol vértico de la provincia de Entre Ríos.

<b>Peluderte árgico</b>	<b>Argiudol vértico</b>
Materia orgánica	Materia orgánica y nitrógeno total
Agregados estables al agua, al benceno y promedio	Densidad del suelo y estabilidad de agregados al benceno
Índice de inestabilidad	Índice de inestabilidad
Índice K de percolación	Índice K de percolación
Erosión del suelo	Erosión del suelo

Para ambos suelos y en todas las variables analizadas, la condición inalterada presentó los mejores resultados, siendo la condición "agricultura de mediano plazo" la que más afectó al suelo, aunque en algunos casos las diferencias con las condiciones donde se incluyó pasturas no alcanzaron a ser significativas (Figuras 1a y 1b). La pérdida de materia orgánica afectó el comportamiento de las variables físicas de suelo. Mathieu y Pieltain (1998), indican que la combinación de los pretratamientos al agua, al etanol y al benceno en el índice de inestabilidad permite clasificar globalmente distintos suelos y compararlos entre ellos. Sin embargo, cada uno de los pretratamientos presenta un sentido por sí mismo y es interesante considerar los tres valores separadamente para poder establecer las causas de la inestabilidad estructural de una muestra dada.

Si se tiene en cuenta a los indicadores seleccionados, la condición "pastura-agricultura" presentó mejores resultados que la condición "pastura". Ello se debe a que las pasturas se vieron degradadas por pérdida de especies forrajeras y disminución de la cobertura del suelo por efecto del sobrepastoreo y el pisoteo de los animales, provocando la pérdida de materia orgánica que afectó significativamente la estabilidad de agregados y la percolación.



**Figura 1:** Dinámica de los indicadores materia orgánica, índice K de percolación y agregados estables al benceno en función del incremento de la participación de los cultivos agrícolas en la rotación para un Peluderte árgico (a) y un Argiudol vértico (b). Letras diferentes indican diferencias significativas al 5% (prueba Tukey).

## Conclusiones

La medición de las propiedades del suelo en un Peluderte árgico y en un Argiudol vértico mostraron una respuesta diferente en función del uso, por lo que el conjunto de datos mínimos para evaluar la calidad en ambos suelos no fue el mismo. Los indicadores más afectados por la intensificación agrícola fueron: el contenido de materia orgánica, la estabilidad de agregados y la erosión del suelo. El incremento de la proporción de cultivos en la rotación dio como resultado el deterioro del suelo a mediano plazo, poniendo en riesgo la sustentabilidad del recurso en el largo plazo. De este modo, una práctica de manejo recomendable podría ser incrementar la proporción de pasturas en la rotación, especialmente en el Peluderte árgico.

## Agradecimientos

Al personal del Laboratorio de Suelos de la EEA INTA Paraná. Este trabajo de investigación se realizó en el marco del Proyecto Nacional de INTA "Selección, medición y seguimiento de indicadores edáficos para desarrollar una red de monitoreo de la calidad – salud de los suelos en la región pampeana húmeda". La última parte del trabajo contó con el financiamiento de la Consellería de la Presidencia de la Xunta de Galicia (España), a través del Proyecto "Conservación de suelos y aguas en la cuenca del Río Paraná".

## Referencias bibliográficas

- ▣ Cerana, J.; Wilson M.; De Battista J.J.; Noir J. y C. Quintero (2006). Estabilidad estructural de los Vertisoles en un sistema arrocero regado con agua subterránea. Revista de Investigaciones Agropecuarias RIA. Vol 34 (1). 12 p. En Prensa
  
- ▣ Doran J.W. and T. Parkin (1994). Defining and assessing soil quality. Soil Science Society of America 677: 3-21.
  
- ▣ Doran J.W. and M. Safley (1997). Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In Biological indicators of soil health. C. Pankhurst, B.M. Doube and V.V.S.R. Gupta (Eds.). CAB International. pp. 1-28.
  
- ▣ Karlen D.L., Gardner J.C. and M.J. Rosek (1998). A soil quality framework for evaluating the impact of CRP. J. Prod. Agr. 11 (1): 56-60.
  
- ▣ Larson, W.; Pierce, F. (1994). The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. Soil Science Society of America 677: 37-51.
  
- ▣ Mathieu C., and F. Pieltain (1998). Analyse physique des sols: Méthodes choisies. Lavoisier Tec. Doc. París, London, New York. 275p.
  
- ▣ Seybold C.A., Mausbach, M.J.; Karlen D.L. and H.H. Rogers (1998). Quantification of soil quality. In Soil processes and the carbon cycle. R. Lal, J. Kimble, R. Follett and B. Stewart (Eds.). CRC Press, Boca Ratón, Fl. pp. 387-404.
  
- ▣ Tasi H.A.A. (2000). Aptitud de uso y estado de degradación de suelos Vertisoles y vérticos de la provincia de Entre Ríos. Revista de la Facultad de Agronomía UBA. 20 (1): 1-6.
  
- ▣ USDA (1998). Key to Soil Taxonomy, SSS 8th ed. USA, 327 p.

▣ Wilson M., Quintero C., Boschetti N., Benavídez R. y W. Mancuso (2000).  
Evaluación de atributos del suelo para su utilización como indicadores de calidad y sostenibilidad  
en Entre Ríos. Revista de la Facultad de Agronomía UBA. 20 (1): 23-30.

**Trabajo presentado en la 14th International Soil Conservation Conference (ISCO).  
Marrakech, Marruecos. Mayo de 2006.**

[arriba](#)  
[VOLVER](#)