

Calidad y salud del suelo

Contenido:

- **Introducción**
- **Conceptos de calidad, salud y resiliencia**
- **¿Porque evaluar la calidad del suelo?**
- **Bibliografía**



Cátedra de Edafología
Facultad de Agronomía y Zootecnia
Universidad Nacional de Tucumán
Enero 2014

www.edafologia.com.ar



CALIDAD Y SALUD DEL SUELO

Dr. Ing. Zoot. Natalia Banegas

INTRODUCCIÓN

El suelo es un componente fundamental de la biosfera ya que es la interfase entre la tierra, el aire y el agua. Es un recurso no renovable, a escala de tiempo humana, que desempeña diversas funciones importantes para la vida. Karlen *et al.* (1997) destacan las siguientes:

1. Sostiene el crecimiento y diversidad de plantas y animales aportando el medio físico, químico y biológico para los intercambios de agua, aire, nutrientes y energía.
2. Regula la distribución del agua entre la infiltración y escorrentía y regula el flujo de agua y solutos, incluyendo nitrógeno, fósforo, pesticidas y otros nutrientes y compuestos disueltos en el agua.
3. Almacena y modera la liberación de los nutrientes de los ciclos de las plantas y otros elementos.
4. Actúa como filtro para proteger la calidad del aire, agua y otros recursos.
5. Es el apoyo de estructuras y alberga riquezas arqueológicas asociados a la vivienda humana.
6. Filtra, amortigua, degrada, inmoviliza y detoxifica sustancias orgánicas e inorgánicas.

Alrededor del 15% de la superficie del planeta se ha degradado (PNUMA 2002) y cada vez es más frecuente encontrar suelos cuya degradación es tan extrema que se considera irreversible; concepto definido por la AEMA (1999) como cualquier pérdida de más de 1 tonelada/hectárea/año en un lapso de tiempo de entre 50 y 100 años. Cada vez son más frecuentes, a nivel mundial, cambios adversos en la calidad física, química y/o biológica de los suelos. Desde los años 1950 hasta fin de siglo, de los 8,7 billones de hectáreas de suelos agrícolas, de pastos permanentes y de bosques, se han degradado alrededor de 2 billones de hectáreas.

Y es que la capacidad de amortiguamiento del suelo, su resiliencia y su capacidad de filtrar y absorber sustancias contaminantes hacen que los daños que sufre no se perciban hasta una fase muy avanzada. De este modo, a veces solo tras varios años de usos inadecuados es cuando aparecen las señales del impacto negativo sufrido durante el pasado. Probablemente sea esta la razón principal de que no se haya fomentado la protección del suelo en la misma medida que la protección del aire y del agua (AEMA 2002).

En este contexto, la calidad se presenta como la herramienta ideal para identificar o conocer en el estado de degradación del suelo, así como que medidas son necesarias para un mejor funcionamiento, ya que proporciona información sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

CONCEPTOS DE CALIDAD, SALUD Y RESILIENCIA

El concepto de calidad del suelo está relacionado con las funciones y el uso del mismo, siendo atributo de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Calidad de suelo es la capacidad del mismo de funcionar con su ecosistema y su uso, sustentando la productividad biológica, la calidad del ambiente, la salud de las plantas y animales y la población (Doran y Parkin 1994).

En el término calidad del suelo se reconoce y remarca las funciones del suelo: (1) promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible); (2) atenuar contaminantes ambientales y patógenos (calidad ambiental); y (3) favorecer la salud de plantas, animales y humanos (Doran y Parkin 1994; Karlen *et al.* 1997).

Al desarrollar este concepto, también se ha considerado que el suelo es el substrato básico para las plantas; capta, retiene y emite agua; y es un filtro ambiental efectivo (Larson y Pierce 1991; Buol 1995). En consecuencia, este concepto refleja la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa (Parr *et al.* 1992). Para Gregorich *et al.* (1994) la calidad de suelo es una medida de su capacidad para funcionar.

El Comité para la Salud del Suelo de la Soil Science Society of America (Karlen *et al.* 1997) define calidad como la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el hábitat.

SALUD DE SUELO

Los términos salud y calidad de suelo, son a menudo usados como sinónimos, pero actualmente los mismos involucran dos aspectos distintos del suelo.

Salud de suelo puede ser definida como su habilidad de "funcionar" y "tener rendimientos" de acuerdo a su potencial, aún contemplado los cambios en el tiempo dados por el uso y manejo humano o por eventos naturales.

La salud es definida como la condición de un organismo o alguna de sus partes de mantener normales sus funciones y propiedades vitales. Es decir, que la salud de suelo hace referencia a la "auto-regulación", estabilidad y resiliencia del suelo como ecosistema.

El término salud de suelo describe la integridad biológica de la comunidad del suelo, es decir el balance entre

los organismos del suelo, y entre mencionados organismos y el ambiente.

RESILIENCIA

Resiliencia ha sido definida como la tolerancia al estrés. La cantidad o proporción de la alteración producida al suelo que puede ser naturalmente restituida o corregida.

Es decir que es la capacidad del sistema para revertir a su estado original después que las fuerzas perturbantes o las presiones externas han sido removidas (Figura 1).

Los suelos difieren en su resiliencia dependiendo de:

- Sus características inherentes
- Los aportes y manejo que se haga a ellos.

Suelos altamente resilientes poseen:

- Elevada capacidad buffer
- Altas tasas de recuperación o restauración.

La caracterización y medición de la resiliencia del suelo requiere la definición de los agentes, efectos y fuerzas que son capaces de contrarrestar el estrés o la alteración a sus funciones normales.

Un concepto estrechamente vinculado a resiliencia es la sustentabilidad del suelo. El concepto de resiliencia y sustentabilidad son armónicos, ambos están relacionados principalmente a sus funciones como productor de biomasa (alimentos, fibras y energía); de agente rector (acción filtrante, buffer y de transformación de sustancias) y de reserva genético de organismos, plantas y animales, protegiéndolos.

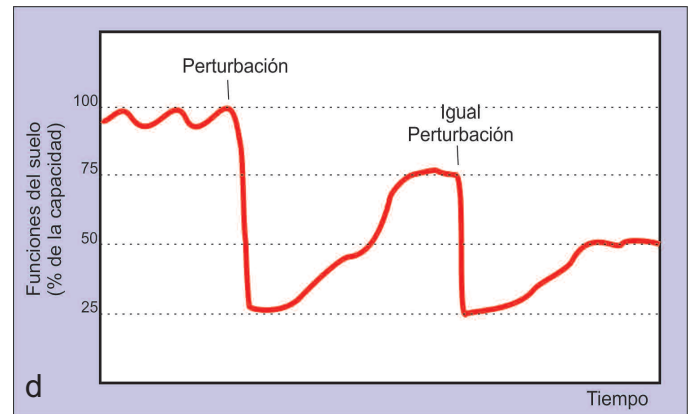
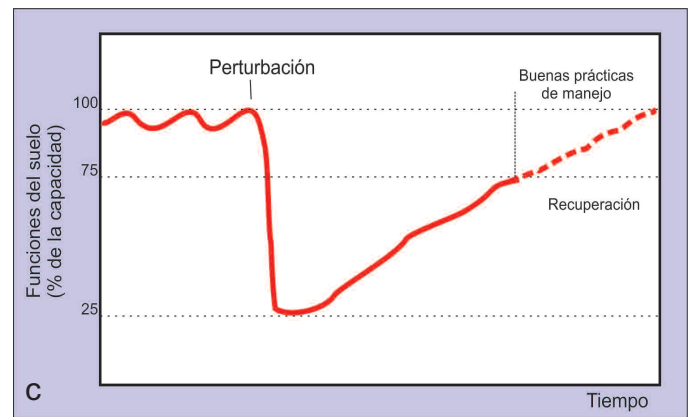
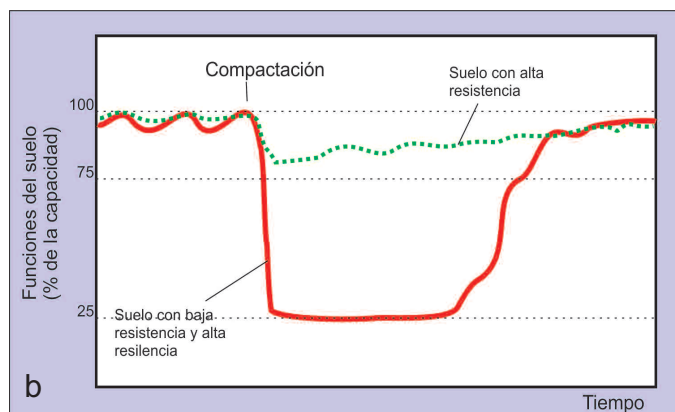
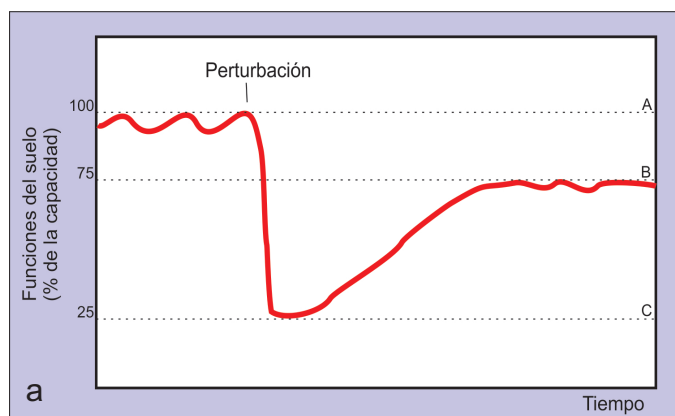


Figura 1: Efectos de perturbación, resistencia y resiliencia sobre las funciones del suelo: (a) concepto general; (b) dos suelos con diferencias en resistencia y resiliencia a la compactación (disturbación); (c) impactos positivos del manejo sobre la resiliencia del suelo (d) perturbaciones repetidas sin una recuperación suficiente (Adaptado de Seybold *et al*, 1999)



¿POR QUÉ EVALUAR LA CALIDAD DEL SUELO?

La calidad del suelo es dinámica y puede cambiar en el corto plazo, de acuerdo con el uso y prácticas de manejo, y para conservarla es necesario implementar prácticas sustentables en el tiempo. La evaluación de la calidad del suelo permite entender y revertir el deterioro en dicha funcionalidad ecosistémica, como sucede con: la pérdida de suelos por erosión, deposición de sedimento por viento e inundaciones, reducción de la infiltración, compactación de la capa superficial, pérdida de nutrientes, efecto de la presencia de pesticidas, cambios en el pH, aumento de la solubilidad de metales pesados, pérdida de materia orgánica, reducción de la actividad biológica, infestación de organismos patógenos y reducción de la calidad de agua.

INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO

La evaluación de la calidad del suelo es un proceso de conocimiento de la dinámica que presentan las propiedades edáficas. Dicho conocimiento es eficaz para evaluar la sustentabilidad de las prácticas de manejo del suelo.

Esta evaluación debe considerar una estructura de metas prioritarias e identificar las funciones críticas del

suelo, necesarias para lograr esas metas y además seleccionar indicadores que provean información útil para dar seguimiento a los efectos del manejo sobre la funcionalidad del suelo durante un período de tiempo (Gil-Stores *et al.* 2005) (Figura 2)

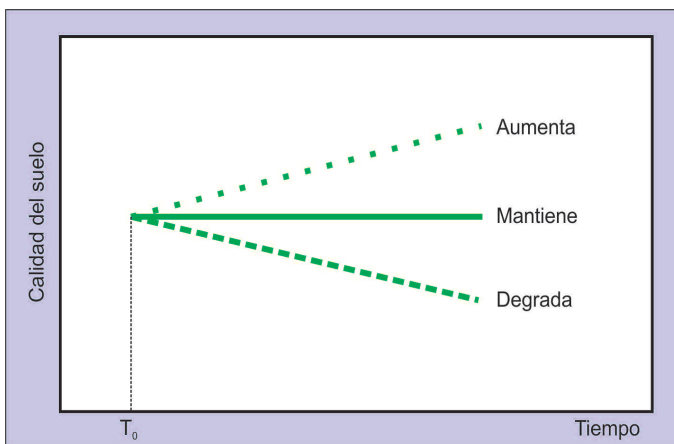


Figura 2: Diferentes tendencias en el tiempo en la evaluación de calidad de suelo por el uso de indicadores ante prácticas de manejo diversas.

El mantenimiento de la calidad del suelo es crítico para un ambiente sostenible, por lo que es necesario una apropiada selección de indicadores de calidad que ofrezcan una rápida respuesta al cambio, clara discriminación entre los sistemas de manejo, mayor sensibilidad al estrés y a la restauración ambiental, y reflejo de la variabilidad espacial y temporal (Gil-Stores *et al.*, 2005).

Un indicador describe un proceso específico o un proceso de control. Los indicadores por lo tanto, son particulares a los procesos que forman parte, pudiendo ser apropiados para una función determinada e inapropiados para otra.

Los indicadores representan una condición y conllevan información acerca de los cambios o tendencias de esa condición (Dumanski *et al.* 1998). Según Adriaanse (1993) los indicadores son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos.

Para evaluar la calidad del suelo, resalta la importancia de los atributos que controlen o sean influenciados por algunas de las funciones del suelo. Sin embargo, se ha sostenido que los indicadores de calidad deben reflejar las principales restricciones del suelo, en congruencia con la función o las funciones principales que se evalúan (Bautista *et al.* 2004). Debido a lo anterior, los indicadores que se pueden determinar en un sitio, podrían no ser tan importantes al ser evaluados en otro sitio.

Astier *et al.* (2002). Hünemeyer *et al.* (1997) establecieron que los indicadores deberían permitir:

- Analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible;
- Analizar los posibles impactos antes de una intervención;

- Monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas; y
- Ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible.

De acuerdo con ello, los indicadores de calidad del suelo deben cumplir con las siguientes condiciones (NRCS 2004; Etchevers *et al.* 2009):

- Deben describir los procesos del ecosistema fáciles de medir.
- Deben poder medir los cambios en las funciones del suelo.
- Tienen que integrar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Tienen que ser accesibles a los evaluadores y aplicables en condiciones de campo.
- Deben ser sensibles a las variaciones climáticas y de manejo.
- Tienen que reflejar los atributos de sostenibilidad que se quieren medir;
- Deben ser reproducibles
- Deben ser fáciles de entender
- Tienen que ser sensitivas a los cambios en el suelo que ocurren como resultado de la degradación antropogénica
- Deben, cuando sea posible, ser componentes de una base de datos del suelo ya existente.

Los indicadores que se utilizan comúnmente corresponden con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Tabla 1).

La identificación efectiva de indicadores apropiados para evaluar la calidad del suelo depende del objetivo, que debe considerar los múltiples componentes de la función del suelo, en particular, el productivo y el ambiental. La identificación es compleja por la multiplicidad de factores químicos, físicos y biológicos que controlan los procesos biogeoquímicos y su variación en intensidad con respecto al tiempo y espacio (Doran *et al.* 1996).

Los criterios para la selección de indicadores de calidad del suelo estarán en función de los diversos usos del suelo y son dinámicos en el tiempo. Considerando esto, la calidad del suelo debe ser evaluada basada en sus funciones específicas, entendiendo cada función como el resultado de la interacción de las diversas propiedades del suelo, de modo que los mejores indicadores serán aquellas propiedades que influyan significativamente sobre la capacidad del suelo para proveer cada función, los usos a los cuales se destine éste y el ecosistema en el cual se está realizando la evaluación (Astier-Calderón, 2002).

Tabla 1. Indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de suelo

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo
Indicadores físicos	
Textura de suelo	Retención y transporte de agua y minerales, erosión del suelo, cantidad y
Profundidad del suelo	Estimación del potencial productivo y de erosión, profundidad fisiológica.
Infiltración	Potencial de lixiviación, productividad y erosión.
Densidad aparente	Porosidad, aireación, erosión y productividad.
Capacidad de agua disponible	Agua disponible para las plantas.
Estabilidad de agregados	Erosión potencial, infiltración.
Indicadores químicos	
Materia orgánica (C y N)	Disponibilidad de nutrientes, fertilidad, estabilidad de los agregados,
pH	Actividad química y biológica, límites para el crecimiento de plantas y
Conductividad eléctrica	Actividad microbiana y de plantas, límites para el crecimiento de plantas y actividad microbiana.
N, P, K extraíble	Disponibilidad de nutrientes y pérdida potencial de los mismos, productividad y calidad ambiental.
Capacidad de intercambio catiónico	Almacén de nutrientes para las plantas, retención de contaminantes y poder
Indicadores biológicos	
Carbono y nitrógeno de la biomasa microbiana	Actividad biológica, flujo de nutrientes, potencial catalizador microbiano y reposición de C y N.
N potencialmente mineralizable	Productividad del suelo y aporte potencial de N
Respiración microbiana	Medición de la actividad microbiana, cantidad de C en el suelo.
Abundancia y diversidad de la fauna del suelo	Relacionado con los procesos de descomposición y mineralización de residuos orgánicos y alerta temprana ante perturbaciones.
Indicadores de relieve	
Pendiente	Condiciones permisivas para la presencia de la erosión
Orientación del terreno	Diferencias en parámetros estructurales (biomasa, distribución de frecuencias), y comportamiento hídrico del suelo.
Altitud	Patrones de distribución de especies vegetales.
Unidad geomorfológica	Unidad geomorfológica

BIBLIOGRAFÍA

- Adriaanse, A. 1993. Environmental Policy Performance Indicators. A Study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherlands. Sdu Uitgeverij Koninginnergrach, The Netherlands.
- AEMA. 1999. Environment in the European Union at the Turn of the Century. Agencia Europea de Medio Ambiente.
- AEMA. 2002. Con los pies en la Tierra: la degradación del suelo y el desarrollo sostenible en Europa. Problemas medioambientales, Nº 16. Agencia Europea de Medio Ambiente.
- Astier-Calderón M.; M. Maass-Moreno y J. Etchevers-Barra. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia* 36(5): 605-620.
- Buol, S. W. 1995. Sustainability of soil use. *Annual Review of Ecology and Systematic* 26:25-44.
- Doran J.W. y T. B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran J. W.; D. Coleman; D.C. Bezdicek y B.A. Stewart. (eds). 1994. *Defining and Assessing Soil Quality for Sustainable Environment*. Soil Science Society of America. Special Publication 35. Madison, Wisconsin, USA.
- Doran, J.W.; M. Sarrantonio y M.A. Liebig. 1996. Soil Health and Sustainability. *Advances in Agronomy* Vol. 56. Academic Press, Inc. San Diego, California
- Dumanski J.; S. Gameda y C. Pieri. 1998. Indicators of land quality and sustainable land management. The World Bank, Washington DC, USA.
- Etchevers J.; C. Hidalgo; M. Vergara; M. Bautista y J. Padilla. 2009. Calidad de suelo: conceptos, indicadores y aplicación en agricultura. En: J. López-Blanco y M. Rodríguez-Gamiño. 2009. *Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México*. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM Colección Geografía para el siglo XXI. Serie Libros de Investigación, No. 3. 196 p.
- Gil-Stores F.; C. Trasar-Cepeda; M. C. Leiros y S. Seoane. 2005. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 877-887.
- Gregorich E.G.; M.R. Carter; D.A. Angers; C.M. Monreal y B.H. Ellert. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian J. of Soil Science* 74: 367-386.
- Hünemeyer J.A.; R. De Camino y S. Müller. 1997. Análisis del desarrollo sostenible en centroamérica: Indicadores para la agricultura y los recursos naturales. IICA/GTZ. San José, Costa Rica.
- Karlen D.L.; M.J. Mausbach, M.J.; J.W. Doran; R.G. Cline; R.F. Harris y G.E. Schuman. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal* 61, 4-10.
- Larson, W.E. y F.J. Pierce. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. In: Dumanski, J. (Ed.), *Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World*. Proceedings of the International Workshop.
- Parr J.F.; R.I. Papendick; S.B. Hornick y R.E. Meyer, R.E. 1992. Soil quality: attributes and relationships to

- alternative and sustainable agriculture. *American J. of Alternative Agriculture* 7: 5-11.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2002. "Caribbean Environmental Law Development and Application: Environmental Legislative and Judicial Developments in the English-speaking 234 CEPAL Caribbean Countries in the context of Compliance with Agenda 21 and the Rio Agreements", México, D.F. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, mayo.
 - Seybold, C.A.; J.E. Herrick and J.J. Bredja. 1999. Soil Resilience: A fundamental component of soil quality. *Soil Science* Vol. 164, No. 4. pp 224-234.

www.edafologia.com.ar