

INDICADORES BIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS DE SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS AGROPECUARIOS.

por

Ing. Agr. Silvia Mercedes Benintende

Resumen expandido de la Tesis para obtener el grado académico de

DOCTOR EN INGENIERÍA

Mención en Ciencias Agropecuarias

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS



Director de la Tesis: *Ing. Agr. PhD. Pedro Aníbal Barbagelata*

El suelo es un componente central de los agroecosistemas, ya que de él dependen la productividad de plantas y animales, la calidad del agua, así como los productos y la salud de la sociedad en su conjunto. Por lo que, para evaluar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, resulta fundamental conocer el estado del suelo. En este contexto, es imprescindible incluir el concepto de calidad del suelo, la que ha sido definida como la capacidad del mismo de funcionar de manera equilibrada con los demás componentes de los sistemas, ya sean estos naturales o modificados por el hombre (Doran, 2002). En el funcionamiento de un suelo están involucradas una gran variedad de propiedades físicas, químicas y biológicas. El análisis de los indicadores que reflejan mejor las variaciones en el funcionamiento del agroecosistema permite identificar aquellos que son más aptos para evaluar calidad de suelos. Las variables biológicas y bioquímicas son sensibles y responden más rápidamente al efecto de distintas prácticas de manejo de suelos que las variables químicas y físicas (Frioni et al., 2003; Carvalho Mendes y Bueno dos Reis, 2004), por lo que es importante su inclusión en el monitoreo de calidad.

Para que un conjunto de indicadores pueda ser incluido en un programa de monitoreo de calidad de suelos, es necesario establecer sus niveles críticos, los que pueden ser definidos como el rango de valores deseables para un indicador, dentro del cual estos deben fluctuar para el normal funcionamiento del suelo (Arshad y Martin, 2002).

En la Provincia de Entre Ríos no se han establecido niveles de referencia para variables biológicas, por lo que deben ser calculados a partir de mediciones en suelos que tengan características similares en lo relacionado a la biota del suelo.

En esta tesis se plantean las siguientes hipótesis:

- Las variables biológicas que reúnen las condiciones necesarias para ser buenos indicadores de calidad son: el potencial de mineralización de N del suelo, ya que está relacionado a los componentes lábiles de N, y la biomasa microbiana que es una medida de la masa total de microorganismos. Mientras que las variables que miden actividades de los microorganismos como la respiración, son influidas no solamente por la masa total o la composición de la biota del suelo, sino también por la fase de crecimiento en la que se encuentra la población, por lo que presentan fluctuaciones muy marcadas respondiendo a cambios estacionales.
- Las diferencias entre los suelos de la provincia sobre la que se realiza este estudio justifican la determinación de niveles de referencia para áreas de suelos con características más o menos homogéneas. La clasificación de suelos permite

ordenarlos y, a partir de mediciones en ambientes con distintos estados de degradación, se puede obtener estos niveles de referencia para cada variable.

Los objetivos generales planteados en esta tesis fueron: seleccionar indicadores biológicos y/o bioquímicos que permitan reflejar el estado de degradación del suelo y determinar sus niveles de referencia para permitir su utilización en monitoreos de calidad de suelos.

Para ello se han conducido investigaciones que se presentan en cuatro trabajos publicados y/o preparados para su publicación en revistas científicas con referato. A partir de los resultados obtenidos en dichos trabajos se han extraído las siguientes conclusiones generales, las que se presentan ordenadas de acuerdo a los objetivos específicos planteados.

Los ensayos realizados tendientes identificar indicadores biológicos y bioquímicos capaces de evidenciar alteraciones en las funciones del suelo, permitieron reconocer a las variables microbiológicas C y N de la biomasa microbiana, el potencial de mineralización de N del suelo, y la variable bioquímica FDA (hidrólisis del diacetato de fluoresceína), como sensibles para medir los efectos que las rotaciones producen en el suelo. A partir de la evaluación de los indicadores en suelos que ocupan la mayor parte de la superficie de la provincia de Entre Ríos (Vertisoles, Molisoles y Alfisoles), se encontró que las variables que permitieron mostrar diferencias entre ellos fueron: C de la biomasa microbiana y el potencial de mineralización de N del suelo. Además se encontró que, considerando estas variables, los suelos Vertisoles pudieron agruparse mientras que, en esta primera evaluación, los Molisoles no. Por lo que el establecimiento de niveles de referencia válidos para el conjunto de suelos agrupados en el orden Vertisol no presentaría problema, en tanto en Molisoles se consideró necesario continuar el trabajo a nivel de subgrupo analizando, posteriormente, su posible agrupamiento.

El trabajo que se realizó con el objetivo de identificar los indicadores que reflejen efectos de manejo sin ser enmascarados por variaciones estacionales, demostró que todos los indicadores presentan variabilidad en función del momento de muestreo, alcanzando diferentes niveles en primavera comparado al otoño. Considerando la mayor estabilidad de los resultados obtenidos en muestras tomadas en otoño, se concluyó que ésta es la época más adecuada para la zona climática que abarca nuestra provincia. En base a muestreos de suelo realizados en otoño, las variables C de la biomasa microbiana y el potencial de mineralización de N del suelo fueron las más adecuadas para separar subgrupos de suelos y, particularmente, ésta última variable discrimina los suelos por su aptitud agrícola.

El trabajo cuyo objetivo fue determinar los niveles de referencia de los indicadores para los suelos en la provincia de Entre Ríos requirió la preselección de variables a utilizarse como indicadores de calidad según criterios preestablecidos. Estos criterios fueron: poseer consistencia en el sentido del cambio; demostrar alta sensibilidad a la aplicación de las prácticas de manejo y ser capaz de reflejar diferentes niveles de degradación; baja sensibilidad a las variaciones climáticas de corto plazo, como las que se dan por el cambio estacional; presentar sencillez metodológica, ya que esto hace que sean adoptables por mayor cantidad de usuarios, y ser de bajo costo. Se analizaron variables biológicas junto a variables químicas que se determinan de forma rutinaria en Laboratorios de Análisis de Suelos (C orgánico y N total). Las variables priorizadas según estos criterios fueron: el potencial de mineralización de N (PMN-IA), el C de la biomasa microbiana (CBM), el C orgánico (Corg) y N total (Ntot).

A partir del análisis general de las variables y la conveniencia de agrupamiento de los suelos, se concluyó que lo más ventajoso es trabajar a nivel de orden. Por esta razón se generaron, separadamente, niveles de referencia de las variables seleccionadas para suelos Molisoles y Vertisoles. Los niveles de referencia encontrados fueron para: PMN-IA en Molisoles de 13 a 86 $\mu\text{g/g}$ y en Vertisoles de 5 a 78 $\mu\text{g/g}$; CBM en Molisoles de 166 a 383 $\mu\text{g/g}$ y en Vertisoles de 291 a 579 $\mu\text{g/g}$; Corg en Molisoles de 8 a 28 $\mu\text{g/g}$ y en Vertisoles de 17 a 29 $\mu\text{g/g}$ y para Ntot en Molisoles de 0,8 a 2,5 $\mu\text{g/g}$ y en Vertisoles de 1,5 a 2,5 $\mu\text{g/g}$.

Finalmente, para comprobar la posible aplicación de las variables seleccionadas con sus respectivos niveles de referencia en evaluaciones de calidad, se ensayó un índice biológico con muestras de suelos Molisoles y Vertisoles de lotes cuya calidad se conocía "a priori". Los valores del índice obtenidos para cada lote los clasificaron adecuadamente en las categorías de calidad, por lo que consideramos que estas variables podrán integrar el set mínimo de indicadores que sean usados en programas de monitoreo de calidad de suelos en nuestra provincia.

Bibliografía

ARSHAD, M.A.; MARTIN, S. (2002). Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems, en: *Agric. Ecosyst. Environ.*, 88: 153-160

CARVALHO MENDES, I.; BUENO DOS REIS, F. (2004). Uso de parâmetros microbiológicos como indicadores para avaliar a qualidade do solo e sustentabilidade dos agroecossistemas. Documentos 112. Embrapa Cerrados. 34 p.

DORAN, J.W. (2002). Soil health and global sustainability: translating science into practice, en: *Agric. Ecosyst. Environ.*, 88: 119-127

FRIONI, L.; SICARDI, M.; PEREIRA, CH. (2003). Indicadores biológicos de la calidad del suelo sensibles a diferentes prácticas de manejo. (pp 23-37). En: ALBANESI, A. y otros (Eds.). *Microbiología Agrícola: Un aporte de la investigación Argentina* UNSE. Santiago del Estero, Argentina.