

Algunas experiencias sobre la evaluación y selección de indicadores de calidad de los suelos de la región central de Cuba

Some experiences on the evaluation and selection of quality indicators of soil in the central region of Cuba

Pedro Cairo Cairo¹, Bladimir Díaz Martín¹, Alfredo Reyes Hernández², Joaquín Machado de Armas¹, Ariany Colas Sánchez¹, Alianny Rodríguez Urrutia¹, Pedro Torres Artilés¹, Oralia Rodríguez López¹, Arnaldo Dávila Cruz¹, Sirley Gatorno Muñoz¹, Rafael Jiménez Carrazana¹ y Yamisey Yera Yera¹

1. Centro de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Central de Las Villas, Carretera a Camajuani km 5^{1/2}, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

2. Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray, Tope de Collantes, Sancti Spiritus, Cuba.

E-mail: pedrocc@uclv.edu.cu

RESUMEN. El trabajo tiene como objetivo la evaluación y selección de indicadores de calidad de suelos en zonas representativas de la región central de Cuba. Se incluyeron suelos Alíticos y Ferralíticos (Acrisol, Lixisol) de Topes de Collantes, Cambisol eutrítico y Cambisol ótrico de los municipios de Santa Clara y Manicaragua respectivamente, los suelos, Ferralsol ródico de los municipios de Remedios, Sagua la Grande, Santo Domingo y Corralillo, suelos Hidromórficos de Sagua la Grande y Encrucijada. (Gleysol mólico, Gleysol vértico) La degradación de suelos es uno de los problemas más serios del impacto al medio ambiente, los cuales son evidentes en la Región en estudio. En la evaluación de la calidad de suelo se considera la integración de variables físicas, químicas y biológicas. La base de datos analizada contiene estudios en condiciones experimentales de campo y producción, así como el monitoreo a largo plazo y su relación con el rendimiento de los cultivos; utilizando prácticas de manejo agroecológico. La metodología utilizada permitió la selección de indicadores de calidad, teniendo en cuenta tipo de Suelo y región edafoclimática. La evaluación de la calidad del Suelo se expresa a través de los indicadores de calidad y propone además las alternativas de medidas bajo las condiciones de estudio para que el mismo alcance su calidad.

Palabras clave: Agregados estables, calidad de suelo, materia orgánica

ABSTRACT. The work has as objective the evaluation and selection of indicators of quality of soils in representative areas the Central's Region of Cuba. Alitic and Ferralitic soils (Acrisol, Lixisol) of Topes de Collantes, Cambisol éutrítico and Cambisol ótrico of the Municipality of Santa Clara and Manicaragua were included respectively, the soils, Ferralsol ródico of the Municipality of Remedios, Sagua la Grande, Santo Domingo and Corralillo, Hydromorphic soils from Sagua la Grande. (Gleysol mólico, Gleysol vértico) The degradation of soils is the principal problem from the impact to the environment, which are evident in the Region in study. Some carried out studies showed that for the control of these processes it is required of the selection of indicators of quality. In the evaluation of the soil quality it should be considered the integration of physical, chemical and biological variables. The analyzed database contains studies in experimental conditions of field and production, as well as the long term control and its relationship with the yield of the cultivations. The methodology applied permitted the selection of quality indicators with respect to the soil type and environmental factors of the region. The soil quality evaluation can be expressed through indicators and the soil quality diagram, and under the study conditions alternative soil amendments can be proposed to improve soil quality.

Key words: Stable aggregate, soil quality, organic matter

INTRODUCCIÓN

A pesar de la importancia para la vida, el Suelo no ha recibido de la sociedad la atención que merece. Su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad. Una de las alternativas para mitigar este problema es trabajar por evaluar y

monitorear la calidad de los Suelos. Por lo tanto, los científicos se enfrentan al triple desafío de intensificar, preservar e incrementar la calidad de la tierra. Para ello, es necesario contar con una sólida concepción de la calidad y con indicadores

de calidad o salud del suelo y de manejo sostenible de la misma, tal como se cuenta para dar seguimiento a variables sociales y económicas (Karlen et al. 1997, Reyes, 2007).

Los indicadores de calidad del recurso Suelo para su uso, pueden constituir en sí propiedades del Suelo con un alto nivel de sensibilidad bajo determinadas condiciones edafoclimáticas, capaces de indicar las tendencias del Suelo en su degradación o mejoramiento y que a la vez puedan expresar con medidas de carácter locales o internas con mínimos insumos un cambio que represente lo suficiente como para lograr rendimientos económicamente viables e impactos ambientales favorables. Un principio básico de la metodología es el diagnóstico actual de las propiedades, tomando referencias representativas de las condiciones existentes.

Teniendo en cuenta estos elementos el trabajo tiene como objetivo la evaluación y selección de indicadores de calidad de Suelos en zonas representativas de la Región Central de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Región Central de Cuba. Se estudiaron los suelos Alíticos y Ferralíticos (Acrisol, Lixisol) de Topes de Collantes, Cambisol éutrico y Cambisol ótrico de los Municipios de Santa Clara y Manicaragua respectivamente, los suelos, Ferralsol ródico de los Municipios de Remedios, Sagua la Grande, Santo Domingo y Corralillo, suelos Hidromorficos de Sagua la Grande y Encrucijada (Gleysol mólico, Gleysol vértico). Para la obtención de la base de datos por tipo de suelo se realizaron las tareas siguientes:

1. Evaluación de las condiciones edafoclimáticas y estudios de Suelos anteriores realizados.
2. Diagnóstico de Perfiles de referencia bajo diferentes condiciones de manejo.
3. Evaluación de la cubierta de suelo bajo diferentes condiciones de manejo.
4. Estudio del efecto de medidas de mejoramiento, utilizando los recursos locales abonos orgánicos, minerales naturales, y sus combinaciones en condiciones de campo y controladas.
5. Estudio del efecto a largo plazo de medidas de mejoramiento y conservación haciendo énfasis en cultivos permanentes.

6. Registro y evaluación de las condiciones climáticas durante el periodo de las investigaciones.

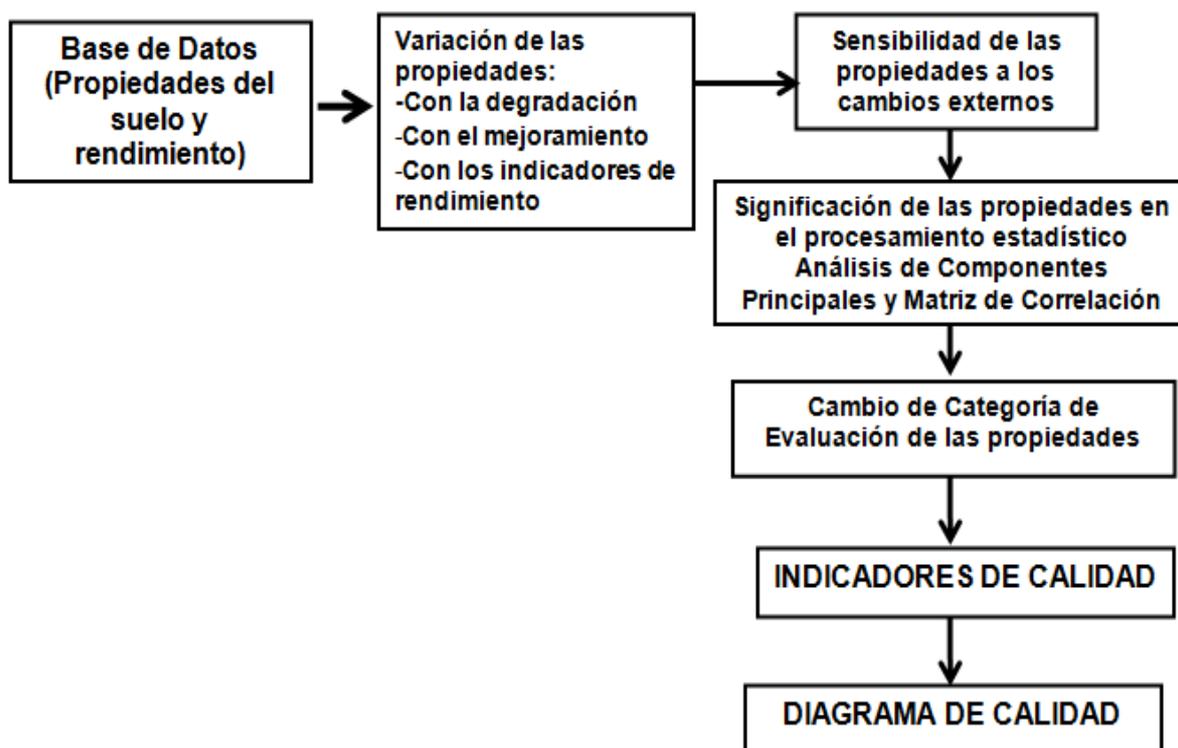
A partir de los análisis realizados a los experimentos, se construyó una base de datos fundamental para establecer las relaciones entre las propiedades.

Se utilizó el paquete de programas profesional STATGRAPHICS Plus Versión 5.0 y SPSS ver 11.0 sobre Windows 2000. Se estableció una matriz de correlación con el objetivo de discriminar aquellas variables que no tenían un alto porcentaje de correlación con el resto, se realizó el análisis de componentes principales y se establecieron análisis de regresión, para determinar la relación existente entre las propiedades y el grado de dependencia entre las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los indicadores de calidad del Suelo se ha desarrollado durante todo el trabajo una metodología, la cual tiene en cuenta los requisitos que debe reunir una propiedad para ser considerada como indicador de calidad del Suelo; así como los criterios expresados por Torstensson et al. (1998), Borreterán y Zinck, (2000); y Astier et al., (2002) sobre los conceptos indicador de calidad y calidad de Suelo.

De manera selectiva el estado de las propiedades del suelo que reflejan los requisitos para ser seleccionada como indicadores de calidad (tabla 1) tienen un % de correlaciones significativas que van de 60-100%. Estas propiedades expresan alta sensibilidad y cambio de categoría de evaluación, ejemplo, en el experimento con niveles de compost, los Agregados Estables al Agua van desde la categoría de regular a excelente, con valores extremos que casi se duplican. Todas las propiedades seleccionadas se ubican en el primer componente con altos coeficientes de correlación. La calidad del Suelo es un concepto más integral que el concepto de fertilidad y productividad del Suelo, aunque un concepto acabado del mismo aun se discute. El más aceptado es como sigue: "Capacidad del Suelo para funcionar dentro de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de plantas y animales y mantener o mejorar la calidad del aire y el agua, sostener la salud humana y el hábitat". (Karlen et al. 1997).



Esquema para la selección de Indicadores de Calidad del Suelo.

Tabla 1. Interpretación de análisis estadísticos de los indicadores de calidad seleccionados (Gleysol mólico)

Experimentos	Indicador	% de Correlaciones Significativas del Total	Sensibilidad y Cambio de Categoría	Componentes Principales
Estudio de niveles de dolomita y sus combinaciones con abonos orgánicos. (11 indicadores)	<i>AE (%)</i>	80 %	56.40 - 70.29 (Bueno - Excelente)	0.899 (1 ^{er} Componente)
	<i>FE (%)</i>	80 %	52.27 - 71.20 (Malo - Bueno)	0.865 (1 ^{er} Componente)
	<i>Permeabilidad (log 10 k)</i>	80 %	1.59 - 2.44 (Adecuada - Excelente)	0.775 (1 ^{er} Componente)
	<i>MO (%)</i>	60 %	1.72 - 3.50 (Bajo - Mediano)	0.622 (1 ^{er} Componente)
Estudio de niveles de compost. (11 indicadores)	<i>AE (%)</i>	90 %	46.36 - 79.30 (Regular - Excelente)	0.846 (1 ^{er} Componente)
	<i>FE (%)</i>	100 %	51.12 - 69.30 (Malo - Bueno)	0.826 (1 ^{er} Componente)
	<i>Permeabilidad (log 10 k)</i>	90 %	1.60 - 2.40 (Adecuada - Excelente)	0.773 (1 ^{er} Componente)
	<i>MO (%)</i>	100 %	1.44 - 4.33 (Muy Bajo - Mediano)	0.835 (1 ^{er} Componente)

Los resultados obtenidos (tabla 2) de varios años de investigaciones en la selección y validación de indicadores de calidad para diferentes tipos de Suelos. Los Suelos arcillosos Ferralsol ródico, Cambisol éutrico, Gleysol mólico y Gleysol vértico, (compare tabla 1) concuerdan con los mismos indicadores de

calidad: Materia Orgánica, Agregados Estables al agua, Permeabilidad y Factor de estructura. El criterio puede variar en cuanto al valor del indicador para considerarlo dentro de los rangos de calidad. De ello resulta la construcción de un diagrama de calidad característico para cada suelo. (Reyes *et.al.* 2009).

Andrews et al. (2002) y Font et al. (2008) se basan en el cálculo de un índice de calidad del Suelo, pero no llegan a precisar que alternativas de mejoramiento local deben utilizarse para llevar el mismo a su calidad. Los Suelos Ferralíticos y Alíticos ácidos de Montaña (Acrisol, Lixisol) pueden expresar su calidad con los indicadores

seleccionados: Fósforo Asimilable, pH (KCl), Factor de Estructura y Acidez de Cambio. Con 15 t.ha⁻¹ de residuo del beneficio húmedo del café más 4 t.ha⁻¹ caliza dolomítica logran alcanzar su calidad y también los mejores resultados en rendimiento, económico y medioambiental.

Tabla 2. Indicadores de Calidad seleccionados para algunos tipos de suelos

Tipo de Suelo o Agrupamiento	Indicadores de Calidad	Ejemplo de Medida Alternativa para llevarlo a la Calidad
Ferralíticos y Alíticos (Acrisol, Lixisol) Arcilloso y Loam Arcilloso Acido	Fósforo Asimilable pH(KCl) Factor de Estructura Acidez de cambio	15 t.ha ⁻¹ de residuo del beneficio húmedo del café más 4 t.ha ⁻¹ caliza dolomítica.
Cambisol éútrico (Arcilloso con Carbonatos)	Materia Orgánica Factor de Estructura Agregados Estables al Agua Permeabilidad log 10k	15 t.ha ⁻¹ de Cachaza más 2 t.ha ⁻¹ de Zeolita.
Ferralsol ródico Suelos Rojos Arcillosos	Materia Orgánica Factor de Estructura Agregados Estables al Agua Permeabilidad log 10k	(4 t.ha ⁻¹) Compost + 4 t.ha ⁻¹ Zeolita

CONCLUSIONES

1. La metodología utilizada permitió la selección de indicadores de calidad teniendo en cuenta tipo de Suelo y región edafoclimática.
2. El Factor de Estructura constituyó un indicador de calidad representativo en todos los suelos evaluados.
3. Las medidas alternativas para llevar el suelo a la calidad incluyeron el uso de Zeolita o Caliza Fosfatada en cantidades reducidas combinadas con materia orgánica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews, S. S; Karlen, D. L; Mitchell, J. P.: A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. *Agriculture Ecosystems and Environment* 90:25-45, 2002.
2. Astier, C.M.; Mass-Moreno.; B.J Etchevers: Derivación de Indicadores de calidad de suelo en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*. 605-620, 2002.
3. Borreterán, J y Zinck, J.: Indicadores de la calidad agrícola nacional cerealera. Caso Estudio. Venezuela.

Revista Facultad de Agronomía (17): 139-155, 2000.

4. Font, L.: "Estimación de la calidad del suelo: criterios químicos, físicos y biológicos", Tesis de Doctorado INCA. La Habana. Cuba, 2008.
5. Karlen, D, Mausbach, M, Doran, J, Cline, R, Harris, R y Schuman, G.: Soil uality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society of America J.* 61: 4-10, 1997.
6. Reyes, A.: Indicadores de calidad de suelo en áreas cafetaleras de Topes de Collantes. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, 2007.
7. Reyes, A.;Cairo, P.;Machado, J.;Fundora, O.: Diagrama para el diagnostico y selección de las vías de mejoramiento de los suelos ferralíticos de Topes de Collantes. *Centro Agrícola* 36(3), 2009.
8. Torstensson, L; Pell, M; Stenberg, B.: Need of a Strategy for Evaluation of Arable Soil Quality. *Journal Ambio* 37. 4 - 8p, 1998.

Recibido: 16/03/2011

Aceptado: 12/07/2011