

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICASociedad Colombiana
de la Ciencia del Suelo**CLASIFICACIÓN LOCAL DE SUELOS POR AGRICULTORES ECOLÓGICOS EN EL MUNICIPIO DE BUGA, COLOMBIA.**

Juan Calos Ortiz ✉

Universidad
Nacional de
Colombia sede
Palmira (UNAL)
✉
jucortizri@unal.ed
u.co

Palabras clave:
Calidad del suelo,
conocimiento local
del suelo,
fertilidad del
suelo, agricultura
ecológica,
agroecología.

RESUMEN

Se caracterizó el conocimiento local del suelo de un grupo de agricultores ecológicos, logrando establecer que poseen referentes para diferenciar los suelos de su territorio, que aunado a la percepción de su orografía, les permite estimar la calidad de los mismos, recreando tres categorías, suelos de buena, regular y mala calidad. Mediante una caracterización de la fertilidad del suelo, algunas variables físicas y químicas, posterior análisis de componentes principales y la generación de un indicador de la calidad del suelo, se estableció la correspondencia del indicador y las tres categorías de calidad del suelo utilizada por los agricultores. Se obtuvo que las categorías de calidad del suelo percibidas por los agricultores se relacionan en un 75.0% con el indicador de calidad del suelo. Además, las variables más relacionadas con esta percepción son los contenidos de materia orgánica, arcillas, diámetro medio ponderado, % de humedad, color del suelo y capacidad de intercambio catiónico.

LOCAL CLASSIFICATION OF SOILS BY ECOLOGICAL FARMERS IN THE MUNICIPALITY OF BUGA, COLOMBIA.**Keywords:**

Soil quality, local soil
knowledge, soil fertility,
ecological agriculture,
agroecology.

**SUELOS
ECUATORIALES**
48 48 (1 y 2): 16-22

ISSN 0562-5351

ABSTRACT

The local knowledge of the soil of a group of organic farmers was characterized, establishing that they have references to differentiate the soils of their territory, which together with the perception of their orography, allows them to estimate the quality of them, recreating three categories, soils of good, regular and poor quality. Through a characterization of soil fertility, some physical and chemical variables, subsequent analysis of major components and the generation of an indicator of soil quality, the correspondence of the indicator and the three categories of soil quality used by farmers was established. It was obtained that the categories of soil quality perceived by farmers are related in 75.0% with the soil quality indicator. In addition, the variables most related to this perception are the contents of organic matter, clays, weighted average diameter, humidity%, soil color and cation exchange capacity.

Rec.: 29.03.2018

Acep.: 08.05.2018

INTRODUCCIÓN

La calidad del suelo, según La Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (SSSA), se define como, “La habilidad que tiene un tipo específico de suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o intervenido, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y el agua, y preservar la salud humana y el hábitat” (Harris, 2003). Sin embargo existen muchas discrepancias para definir un conjunto de indicadores que puedan evaluar la calidad del suelo, y poder comparar datos a nivel nacional e internacional.

Desde el ámbito nacional, la calidad del suelo se ha establecido, generalmente, mediante el uso de herramientas tecnológicas que evalúan algunas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. No obstante, los agricultores, campesinos, indígenas, afrodescendientes y demás comunidades rurales, poseen también experiencia, saberes culturales y ancestrales, mediante las cuales han generado parámetros para identificar la calidad de los suelos que diariamente trabajan.

Y dado que muchas de las variables que se evalúan desde la ciencia del suelo para determinar su calidad, como contenidos de fósforo, nitrógeno, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, entre otros, coinciden con parámetros utilizados por grupos de agricultores en diferentes regiones del mundo, como lo son el color del suelo, textura, estructura, humedad, fertilidad, entre otros (Suliman, 2013; Vale et al., 2011; Toledo & Barrera-Bassols, 2008). De esta manera se planteó la hipótesis: las clasificaciones de suelos realizadas por agricultores ecológicos con base en su experiencia y conocimiento cultural, guarda estrecha relación con un indicador de la calidad del suelo construido con base en un parámetro utilizado para medir la fertilidad del suelo. El objetivo fue el de establecer una relación entre el indicador de la calidad del suelo y los saberes campesinos.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló en seis fincas, de

miembros del Mercado Agroecológico Campesino de Buga (MERCOSUGA), ubicadas sobre la cordillera central, en las veredas El Diamante, Miraflores y Guadalejo, pertenecientes al municipio de Buga, Valle del Cauca.

Se usó la metodología Investigación Acción Participativa (IAP), que permitió establecer las categorías de calidad de suelos que los agricultores reconocen en su región. Para lograrlo se realizaron recorridos por los predios, se observó el tipo de agroecosistemas que manejan, la orografía, se desarrollaron entrevistas para determinar si reconocen diferentes tipos de suelos, las características que tienen en cuenta para diferenciarlos, el nombre que les otorgan y si tienen una clasificación local de calidad.

De acuerdo con la información colectada, se identificó los tipos de suelos que diferencian los agricultores y se estableció sitios de muestreo acordes con esta información. Las muestras de suelo fueron colectadas de los primeros 30 cm de profundidad; posteriormente, para el análisis de variables químicas, fueron llevadas al laboratorio de servicios analíticos del CIAT, donde se midió pH (agua 1:1), materia orgánica (Walkley-Black), P (Bray II), capacidad de intercambio catiónico (amonio acetato), N (combustión seca), S (turbidimetría), B (azometina), Cu y Fe (doble ácido Ab.At.); para análisis de variables físicas se llevaron muestras al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional sede Palmira, se estableció color (clasificación Munsell), textura (hidrómetro), estabilidad de agregados (Yoder modificado) y densidad aparente (por cilindro). El color se comparó en húmedo y seco con la carta de color estándar basada en la clasificación Munsell (MACBETH, 1994). Los datos se convirtieron a valores numéricos a través de la metodología reportada en Thompson, J.A., & Bell, J.C., (1996).

La información cuantitativa se trabajó estadísticamente usando el software R 3.3.2 (2016), y la librería ADE4. A cada grupo de variables (físicas y químicas), se le realizó un análisis multivariado de

componentes principales (ACP), y un análisis discriminante. El ACP redujo los datos y construyó combinaciones lineales (componentes principales) de las variables originales, explicando gran parte de la variabilidad original total. El análisis discriminante permitió el cálculo de las distancias matemáticas entre los diferentes tipos de tierra, utilizando la inercia interclase total (Velasquez, *et al.*, 2007).

La generación del indicador la calidad del suelo siguió cuatro pasos diferentes: (i) el análisis de ACP de cada uno de los grupos de variables; (ii)

identificación de las variables que mejor diferencian los sitios según la calidad del suelo; (iii) creación de subindicadores de calidad física y química del suelo, con valores que oscilan entre 0,10 y 1,00; (iv) la combinación de los dos subindicadores.

Al calcular los subindicadores, se redujo los valores de las variables a un rango común, entre 0.1 y 1.0 con la transformación homotética (Velasquez, *et al.*, 2007).

$$Y = 0.1 + ((x - b)/(a - b)) * 0.9$$

Donde Y es el valor de la variable después de la transformación; x la variable a transformar; a el valor máximo de variable y b el valor mínimo de variable. Para aquellas variables cuyo valor más alto indica menor calidad, como Da, se utilizó una transformación opuesta, que otorga valores altos para indicar buena calidad (Velasquez, *et al.*, 2007).

$$Y = 1.1 - (0.1 + ((x - b)/(a - b)) * 0.9)$$

Posteriormente, cada variable reducida se multiplica por su contribución en los dos primeros componentes del ACP. Los valores de los subindicadores calculados para cada uno de los tipos de tierra se recopilaron en una matriz de datos a la que se realizó nuevamente un ACP. Se obtuvo la contribución de cada subindicador a la formación de los dos primeros componentes principales y la inercia total explicada por los factores 1 y 2. Finalmente, el indicador se obtuvo sumando los productos de las contribuciones respectivas de las variables a los factores 1 y 2 por el porcentaje de inercia explicada por los factores, respectivamente (Velasquez, *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se presenta en numerosas ocasiones la palabra tierra, la cual se usa para expresar la información proporcionada por los agricultores, pues la utilizan indistintamente de la palabra suelo, y esta última es usada para referirse al concepto conocido desde la ciencia.

Clasificación de Suelos Establecida por Agricultores de Buga

Tierra de Buena Calidad

De acuerdo con los agricultores, son suelos en los que se pueden obtener buenos rendimientos en la mayoría de los cultivos, se encuentran en zonas altas pero con bajo gradiente de pendiente, poco susceptibles a la erosión, conservan la capa vegetal y la humedad, de textura arcillosa, colores oscuros y bien drenados. Poseen condiciones que dificultan procesos de degradación en el corto y mediano plazo, si se mantienen bajo una producción que no atenten contra ellas, cobertura vegetal permanente, baja tasa de aplicación de agroquímicos, labranza mínima o cero, aportes periódicos de materia orgánica, acolchados producto de residuos de cosecha y/o podas, entre otras.

Tierra de Regular Calidad

Son suelos expuestos a procesos de degradación y deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Los agricultores reconocen que los suelos de esta categoría, están asociados a procesos fuertes de erosión, principalmente por ubicarse en zonas de ladera con pendientes importantes, expuestos a la pérdida de la capa superficial de suelo, especialmente por escorrentía

superficial. De aquí que los agricultores relacionen esta clase de suelo con zonas con colores marrones y una pequeña capa vegetal. El manejo que le dan los agricultores a este tipo de suelos, procura por la recuperación de su calidad y de su potencial productivo, estableciendo cultivos de árboles frutales, con el objetivo de que las raíces “amarren el suelo”, además mantienen cobertura vegetal permanente, arvenses, para evitar la erosión hídrica por el golpe de gotas de lluvia y escorrentía superficial.

Tierra de Mala Calidad

Diseño del Indicador de Calidad del Suelo (ICS)

Con los datos de las Tablas 1, 2 y 3, se utilizó la metodología descrita anteriormente, obteniendo el siguiente ICS:

$$\text{Indicador Calidad del Suelo} = 5 * (\text{Sub. Indicador Físicas}) + 5 * (\text{Sub. Indicador Químicas})$$

Tabla 1. Promedio por tipo tierra variables físicas.

Tipo Tierra	Da	DMP	Arena	Arcilla	Limo	RRTHS*	RRTHH**
Negra	0.94	1.31	34.16	40.98	20.09	10.7	10.85
Vagón	0.97	0.65	45.43	34.5	20.07	8.41	11.11
Suelta	0.97	1.37	40.83	37.43	21.73	11.67	6.53
Reseca	1.26	0.4	43.81	19.46	35.99	15.59	23.06
Bosque	0.96	1.09	52.96	19.53	27.51	24.4	28.5
Barrosa	1.27	0.45	21.58	43.7	34.73	28.17	27.09
Pedregosa	1.42	0.82	58.37	23.57	18.07	29.92	22.75
Amarilla	1.36	0.81	52.81	22.04	23.73	15.86	13.65

*Color del suelo en seco. **Color del suelo en húmedo.

Tabla 2. Promedio por tipo tierra algunas variables químicas.

Tipo Tierra	pH	MO	N	P	Ca	Mg	K	Na
Negra	4.81	80.61	0.46	45.71	8.6	1.16	0.50	0.02
Vagón	5.63	56.86	1.23	7.81	20.05	13.36	0.44	0.45
Suelta	5.33	67.58	0.96	1.00	8.53	1.71	0.17	0.00
Reseca	6.04	37.33	0.61	7.31	24.56	11.16	0.80	0.28
Bosque	5.19	175.24	0.57	6.29	19.92	4.54	0.75	0.01

Barrosa	4.71	55.92	0.51	1.37	6.96	2.56	0.17	0.00
Pedregosa	5.72	42.61	0.17	5.12	8.00	1.85	0.41	0.04
Amarilla	5.62	34.71	0.35	10.65	10.62	2.22	0.17	0.05

Tabla 3. Promedio por tipo tierra algunas variables químicas.

Tipo Tierra	Al	CIC	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe
Negra	0.32	40.35	79.11	1	0.86	11.94	26.07	17.01
Vagón	0	33.5	22.3	0.75	1.19	1.43	51.5	16.26
Suelta	0.1	25.38	18.6	0.42	1.24	5.09	87.52	17.32
Reseca	0	40.3	34.25	1.06	1.24	2.2	44.55	19.79
Bosque	0.3	41.54	38.11	1.45	1.72	4.54	42.5	18.51
Barrosa	0.58	21.5	25.65	0.2	2.69	1.74	41.93	69.35
Pedregosa	0.07	19.67	32.79	0.62	1.74	5.69	172.77	73.33
Amarilla	0.09	16.07	20.04	0.48	1.69	3.52	61.02	53.43

Aplicación del Indicador

Una vez creado, el indicador se aplicó a cada uno de los tipos de tierra caracterizados. El valor máximo (1.00) se observó en la tierra denominada como Negra; mientras que Vagón y Reseca también obtuvieron valores promedio altos (0.84 y 0.80,

respectivamente). Suelta y Bosque obtuvieron valores relativamente altos (0.67 y 0.64, respectivamente). Amarilla obtuvo valores promedio (0.48). Los valores más bajos se calcularon en Pedregosa y Barrosa (0.26 y 0.13, respectivamente) (Tabla 4).

Tabla 4. Diferencias entre la percepción de los agricultores y el ICS.

Tipo Tierra	Negra	Vagón	Suelta	Reseca	Bosque	Barrosa	Pedregosa	Amarilla
ICS	1.00	0.80	0.67	0.84	0.64	0.13	0.26	0.48

Los dos primeros factores de PCA explicaron el 100% de la variabilidad total y separaron los tipos de tierra según los valores de los subindicadores. El primer factor (56.2%) separó los tipos de tierra basado de manera similar en cuanto a los subindicadores físicos y químicos; de manera similar sucedió con el segundo factor (43.8%).

Calidad de los Tipos de Tierra de Acuerdo con el ACP y el Indicador

Tierra de Buena Calidad

Estos suelos se caracterizaron por poseer promedios altos, en comparación con el promedio

total, en variables relacionadas con suelos fértiles, como potasio, porcentaje de humedad a capacidad de campo, azufre, fósforo, boro, zinc, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, arcillas y diámetro medio ponderado; por otro lado mostraron los menores promedios en algunas variables relacionadas con suelos degradados o de poca fertilidad como sodio, color del suelo en seco, densidad aparente, manganeso, agregados finos, hierro y cobre. Se ubicaron en esta categoría los tipos de tierra denominados como: Negra, Reseca y Vagón.

Tierra de Regular Calidad

En la categoría de suelos, se encuentran suelos denominados por los agricultores como de buena calidad, Suelta, y suelos identificados por los agricultores como de regular calidad, Bosque. Es decir, desde el punto de vista estadístico, y de acuerdo con las variables proporcionadas, estos suelos son similares.

Los suelos encontrados en esta categoría, se caracterizan por tener promedios más altos que el total de los tipos de suelos analizados, en variables como sodio, nitrógeno, pH, calcio y agregados finos, algunas de ellas importantes en la nutrición de las plantas, como lo son el nitrógeno y el calcio, y la disponibilidad de nutrientes como el pH, por otro lado altos porcentajes en variables como agregados finos, pueden mostrar suelos con mala estructuración y posiblemente vulnerables ante procesos erosivos; por otro lado se destacan por poseer bajos promedios en variables como diámetro medio ponderado y porcentaje de humedad a capacidad de campo, indicando mala estructuración y poca capacidad para retener la humedad en el suelo, lo que no favorece el establecimiento de las plantas y su correcto crecimiento, además de facilitar su erosión.

Tierra de Mala Calidad

En la categoría de suelos de mala calidad, de

acuerdo con los análisis efectuados, se encuentran todos los suelos que los agricultores categorizaron como de mala calidad, las tierras Barrosa, Pedregosa y Amarilla.

Las principales características de los suelos en esta categoría son sus altos promedios en comparación el resto de tipos de suelos, en hierro, cobre y manganeso, elementos que en altos niveles se relacionan con suelos poco fértiles, especialmente los altos contenidos de hierro, también alta densidad aparente, y color, tanto en húmedo como en seco, relacionada la primera con poca porosidad en suelo, compactación, y la segunda con colores claros, que reflejan también bajos contenidos de materia orgánica; por otro lado se caracterizan por sus bajos promedios en elementos importantes para el correcto desarrollo de las plantas como, fósforo, nitrógeno, calcio, potasio, igualmente baja capacidad de intercambio catiónico, y en los contenidos de arcillas.

Comparación Clasificación Agricultores e Índice de Calidad del Suelo

En la Tabla 5, se muestra la categorización utilizada por los agricultores y la establecida por el indicador de calidad del suelo. De la Tabla 5 se extrae que la categorización realizada a través del indicador construido tiene una relación del 75.0% con la categorización realizada por los agricultores.

Tabla 5. Diferencias entre la percepción de los agricultores y el ICS.

Tipo Tierra	Negra	Vagón	Suelta	Reseca	Bosque	Barrosa	Pedregosa	Amarilla
Clasificación Agricultores	Buena	Buena	Buena	Regular	Regular	Mala	Mala	Mala
Clasificación ICS	1.00	0.80	0.67	0.84	0.64	0.13	0.26	0.48
	Buena	Buena	Regular	Buena	Regular	Mala	Mala	Mala

CONCLUSIONES

Las herramientas tecnológicas empleadas resultaron tener una alta aproximación (75.0%) con la categorización de calidad de suelos realizada por los agricultores de MERCOBUGA. Los principales referentes de diferenciación de suelos que los agricultores de MERCOBUGA utilizan son: color, textura, fertilidad, calidad y productividad, que empleados junto con la información orográfica, les permiten construir las categorías de la calidad del suelo en su territorio. Estos referentes utilizados por los agricultores coinciden y se integran principalmente con los contenidos de MO del suelo, a su vez, estrechamente relacionada con la Da, Ar, DMP, %hum, color y CIC, indicadores que pueden ser evaluados con las herramientas tecnológicas de uso frecuente en la investigación científica.

REFERENCIAS

HARRIS, J. (2003). Measurements of the soilmicrobial community for estimating the success of restoration. *European Journal of Soil Science*, 801–808pp.

MACBETH DIVISION OF KOLLMARGEN INSTRUMENTS CORPORATION. (1994). *Munsell Soil Color Charts*. Munsell Color.

SULIMAN, S. (2013). *Capacidade de Uso das Terras: analogias e contradições entre o conhecimento acadêmico e o não acadêmico em áreas de agricultura familiar de base ecológica (Tese)*. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Pelotas, Brasil.

THOMPSON, J.A., & BELL, J.C., (1996). Color index for identifying hydric conditions for seasonally saturated mollisols in Minnesota. *Soil Science Society of America Journal*. v. 60, 1979-1988pp.

TOLEDO, V., BARRERA-BASSOLS, N. (2008). *La Memoria Biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona. Icaria editorial.

227pp.

VALE, J., LEITÃO, M., RAMOS, P., LIMA, D. (2011). Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. *Agroambiente*. v. 5(2), 158-165pp.

VÁZQUEZ, M. (2008). Preguntas y respuestas sobre Agricultura Sostenible. Una contribución a la transformación de los sistemas agrícolas sobre bases agroecológicas. 21 pp.

VELASQUEZ, E., PATRICK, L., & ANDRADE, M. (2007). GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. *Soil Biology & Biochemistry*. v. 39, 3066–3080pp.