

Avances

Centro de Información y Gestión Tecnológica

Diagnóstico inicial de la evolución de un suelo degradado

Initial diagnosis of the evolution of a degraded soil

Edel Jesús Amaro Aroche^{1*}, Enrique Márquez Reina², Juan Manuel Llanes³

^{1*}Ingeniero Agrónomo, Máster en Ciencias del Suelo, Investigador Agregado. Instituto de Suelos. UCTB, Pinar del Río, Cuba. Departamento de Investigaciones.

investigador1@suelopri.minag.cu ; ID: <https://orcid.org/0000-0002-7003-7859>

²Ingeniero Agrónomo, Máster en Agroecología, investigador Agregado. Instituto de Suelos. UCTB, Pinar del Río, Cuba. Departamento de Investigaciones.

investigador@suelopri.minag.cu ; ID: <https://orcid.org/0000-0002-0302-6463>

³Ingeniero Agrónomo, Máster en Agroecología, investigador Agregado. Instituto de Suelos. UCTB, Pinar del Río, Cuba. Departamento de Investigaciones.

investigador4@suelopri.minag.cu ; ID: <https://orcid.org/0000-0001-7560-1597>

Para citar este artículo / to reference this article / para citar este artigo

Amaro, E.J., Márquez, E. & Llanes, J.M. (2019). Diagnóstico inicial de la evolución de un suelo degradado. *Avances*, 21(1), 129-138. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/422/1414>

RESUMEN

Los cambios de manejo de los suelos traen como consecuencias variaciones en sus características físicas, químicas y biológicas. Es importante contar con indicadores de calidad de suelo que permitan reconocer anticipadamente si los cambios introducidos conducen a los resultados esperados, de no ser así, se

corre el riesgo de empeorar la situación ya existente. Este estudio reflejó el diagnóstico de la evolución de un suelo degradado, cuyo manejo varió al implementarse en él, principios de agricultura de conservación. El diagnóstico fue realizado mediante el estudio de la respiración basal y densidad

aparente del suelo. Fueron comparados los valores de ambos indicadores en un mismo tipo de suelo. Otra comparación se realizó en tres áreas de este suelo en las que los manejos fueron: implementación de los principios de agricultura de conservación, manejo tradicional en áreas tabacaleras y suelo sin perturbación antrópica. Los valores de respiración basal y densidad aparente fueron significativamente superiores en el área en que inicio la agricultura de conservación en comparación con el área de manejo tradicional de suelo, mostrando la efectividad de las acciones implementadas y de los indicadores evaluados. Los valores en la incipiente área de agricultura de conservación fueron significativamente inferiores a los obtenidos en el área de suelo sin perturbación antrópica, lo cual indica que sosteniendo en el tiempo las acciones implementadas, el suelo potencialmente puede seguir recuperando su fertilidad.

Palabras clave: Agricultura de conservación, respiración basal, densidad aparente, perturbación antrópica.

ABSTRACT

Soil management changes bring about variations in their physical, chemical and biological characteristics. It is important to have soil quality indicators that allow early recognition if the changes introduced lead to the expected results,

otherwise there is a risk of worsening the existing situation. This study reflected the diagnosis of the evolution of a degraded soil, whose management varied when implemented in it, principles of Conservation Agriculture. The diagnosis was made through the study of Basal Breath and Apparent Density of the soil. The values of both indicators were compared in the same type of soil. Another comparison was made in three areas of this soil in which the management was: implementation of the principles of conservation agriculture, traditional management in tobacco areas and soil without anthropic disturbance. The values of basal respiration and bulk density were significantly higher in the area in which conservation agriculture began compared to the traditional soil management area, showing the effectiveness of the actions implemented and the indicators evaluated. The values in the incipient area of conservation agriculture were significantly lower than those obtained in the area of soil without anthropic disturbance, which indicates that by sustaining the actions implemented over time, the soil can potentially continue to recover its fertility.

Keywords: Conservation Agriculture, basal respiration, apparent density, anthropic disturbance.

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional altera de forma severa la estructura del suelo. La vertedera tan intensamente usada en la preparación de suelos dedicados al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum*) en las condiciones de Cuba, expone reiteradamente capas más o menos profundas de suelo a la acción de la intemperie. Los seres vivos allí presentes no pueden adaptarse a cambios tan repentinos en la cantidad de agua y oxígeno ni a la acción de los agentes mecánicos como el viento y la lluvia, y su presencia tiende a disminuir y así la propia fertilidad de los suelos (García *et al.*, 2018). Al realizar cambios tecnológicos orientados a restaurar la fertilidad natural de suelos degradados con el fin de hacer sostenible su uso, es importante contar con indicadores que muestren lo antes posible cuan acertadas van siendo las nuevas prácticas agrícolas implementadas.

La respiración basal (RB) del suelo como expresión de actividad biológica, puede ser un indicador adecuado para esta tarea considerando que diferentes manejos del suelo pueden afectar la estructura y dinámica de algunas poblaciones microbianas (Rivero *et al.* 2016), su distribución en el perfil del suelo y los procesos asociados con la descomposición de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes. Estudios realizados por Efron *et al.* 2011, observaron que un proceso microbiano como la respiración puede ser un

indicador temprano de la calidad del suelo, pudiendo anticipar su degradación y el impacto de la actividad humana, antes que los parámetros físicos o químicos. Investigaciones llevadas a cabo por García *et al.* (2015a) utilizaron el estudio de la respiración edáfica o basal con el fin de evaluar transformaciones tecnológicas en la bio fertilización de suelos dedicados al cultivo de tabaco en el mismo municipio donde se realizó el trabajo que aquí se presenta.

En los suelos de textura arenosa de la provincia de Pinar del Río, la disminución de formas vivas y por ende su actividad, va acompañada de una rápida mineralización de la materia orgánica que tiene como resultado la desestructuración y compactación del suelo con la correspondiente pérdida de fertilidad natural. Trabajos investigativos desarrollados por Novillo *et al.* (2018) probaron que además de indicadores como el porcentaje de materia orgánica o la textura del suelo, la densidad aparente (DA) es altamente sensible a cambios en los manejos de suelos. Calvache (2010) afirmó que la densidad aparente además de su elevada sensibilidad, es la característica que en mayor grado influye sobre la productividad de los cultivos, debido a su estrecha relación y dependencia de otras propiedades del suelo. La respiración basal y la densidad aparente fueron incluida dentro del sistema integrado de evaluación y

monitoreo de calidad del suelo (SEMCAS) (Font *et al.* 2009), como indicadores a ser evaluado dos veces al año, justamente por la referida rapidez con que varían ante cambios en los manejos de suelos. SEMCAS experimenta un creciente empleo en investigaciones de suelos bajos diversos manejos (Ojeda *et al.* 2018).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de prácticas

agrícolas introducidas con el fin de recuperar la fertilidad natural de un área de suelo dedicada al cultivo intensivo de tabaco. Se compararon los niveles de RB y DA con las de un área de suelo similar donde la agricultura se realizaba de forma tradicional y otra área de suelo sin uso agrícola. Las comparaciones realizadas mostraron la evolución de este tipo de suelo sometido a diferentes manejos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "V Congreso Campesino", municipio San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. El tipo de suelo en el que se desarrolló el estudio fue Ferralítico Amarillento Lixiviado de acuerdo con la clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.* 2015). El área presentó una pendiente entre un 5-8% y los factores limitantes del suelo fueron, el bajo contenido de materia orgánica, la acidez, la erosión hídrica y la compactación.

En un área de 1.8 ha identificada como bajo Manejo Sostenible de Tierras (MST) dedicada al cultivo de tabaco en la CCS, se introdujeron las siguientes variaciones tecnológicas en cuanto a manejo de suelos:

1. Se estableció un sistema de rotación de cultivos que incluyó abonos verdes para generar abundante y permanente cobertura vegetal.
2. Se mantuvo el suelo cubierto todo el año.
3. Se realizó la siembra de todos los cultivos de forma directa.

Estas tres variaciones tienen su origen en principios básicos de la agricultura de conservación (AC) y son totalmente opuestas a la forma degradante en que tradicionalmente se realiza el cultivo de tabaco en Cuba.

Para evaluar si esta transformación tecnológica promovió desde sus inicios un cambio en cuanto a la sostenida pérdida de fertilidad de los suelos de la CCS, se compararon los niveles de RB y DA del suelo del área antes mencionada (MST), con niveles de

RB y DA del mismo suelo bajo Agricultura Tradicional (AT). Se estableció la misma comparación con un área no perturbada por la acción del hombre, identificada como área No Perturbada (NP), que ofreció los potenciales de RB y DA de este tipo de suelo.

Para determinar la respiración basal, se utilizó el sistema de frascos cerrados, propuesto por Isemeyer (1952), con humedad del suelo (25 g) al 60 % de la capacidad máxima de retención de agua, según Forster (1995). Se determinó el CO₂ al cabo de 24 h de incubación a 30 °C. Los resultados se expresaron en mg CO₂ 100 g⁻¹de suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *tabla* presente a continuación, puede observarse como los niveles de RB obtenidos en el suelo donde se implementaron las acciones de MST basadas en la AC, fueron significativamente superiores a los del suelo donde se realizó agricultura de

La densidad aparente fue determinada por el método del cilindro que consiste en introducir un cilindro biselado de volumen conocido en el suelo, enrasando el suelo con los bordes, secando la muestra en estufa a 105 °C hasta peso constante y obtener su valor mediante la siguiente expresión:

$$DA \text{ (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{peso suelo seco (g)} \times 100}{\text{volumen del cilindro (cm}^{-3}\text{)}}$$

Una vez recopilados los datos y resultados obtenidos durante el estudio, éstos fueron tabulados y comparado mediante el método de Anova, las medias se compararon según Duncan para $p < 0,05$, se utilizó el software estadístico IBM® SPSS®Statistics versión 21, (2012).

forma tradicional. Este resultado coincide con los obtenidos por García *et al.* (2015b), al emplear en el manejo de suelos similares dedicados al cultivo de tabaco, la biofertilización con micorrizas en el uso de abonos verde.

Tabla. Valores de respiración basal y densidad aparente de un suelo bajo diferentes manejos en la "CCS V Congreso".

Variantes	Respiración Basal (mg CO ₂ 100 g ⁻¹ de suelo)	Densidad Aparente (g cm ³)
Suelo No Perturbado	74.4 a	1.09 c
Suelo en MST	66.0 b	1.25 b
Suelo en AT	48.4 c	1.38 a
CV (%)	2.25	3.6
ET (x)	2.00	0.21
Sig	***	***

Fuente: Resultados analíticos del laboratorio de la Unidad Científico Técnica de Base del Instituto de Suelos. Pinar del Río.

Leyenda: *Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

MST - Manejo Sostenible de Tierras

AT - Agricultura Tradicional

Atendiendo al objetivo de esta investigación se pudo conocer que el manejo del suelo en MST, realizado tan solo una campaña productiva previa al estudio, fue siendo favorable para la recuperación de la fertilidad. El análisis del valor de RB sostuvo la afirmación anterior ya que fue superior en un 26.7 % en el suelo bajo MST en comparación con el valor de RB del suelo bajo AT, aun cuando fue inferior en un 11.3 % al valor de RB del mismo suelo sin afectación antrópica, lo que también indica que potencialmente puede seguir mejorando la actividad biológica de mantenerse el adecuado manejo. El incremento en RB del suelo en MST puede deberse a que las prácticas implementadas en él, favorecieron la disponibilidad de mayor cantidad de sustratos fácilmente descomponibles haciendo posible la prosperidad de la comunidad microbiana presente (Ferreras *et al.* 2009, Hernández *et al.* 2015). La menor intensidad de disturbio del suelo proporcionada por el cambio hacia la

siembra directa pudo propiciar la mayor estabilidad en el ambiente edáfico, favoreció la asociación entre la comunidad bacteriana y de plantas (Zerbino *et al.* 2008). Otro aspecto a considerar es la reducción en el empleo de plaguicidas, que en la protección del cultivo del tabaco, comúnmente es excesivo, lo cual pudo incidir positivamente en la actividad biológica expresada en la RB (Vadakattu *et al.* 2010).

Al analizar los valores de Densidad Aparente (DA) (tabla 1), se pudo observar una reducción significativa (9.5 %) en el suelo bajo MST en comparación con el valor de DA del suelo bajo AT, aun cuando todavía siguió siendo superior en un 12.8 % al valor de DA del suelo no perturbado. Un resultado similar fue alcanzado por Llanes *et al.* (2015), al variar tecnológicamente el manejo de un suelo dedicado a la producción de tabaco, al introducir principios de agricultura de conservación. Como fue mencionado, la

densidad aparente es un indicador estrechamente relacionado con la productividad de los suelos, pues refleja el nivel de compactación que puede estar presente en el suelo y por ende su capacidad para la circulación de agua, aire y penetración de las raíces. Este comportamiento de la DA, ratifica la utilidad de este indicador físico de calidad de suelo para expresar rápidamente la efectividad de cambios en el manejo, y refleja que las acciones llevadas a cabo en el suelo bajo MST favorecen su recuperación. Puede justificar la disminución de la DA el incremento de los sustratos descomponibles o materia orgánica, que como es conocido impacta significativamente, no solo en la propiedades químicas y biológicas de los suelos, también en las físicas (Rotenberg *et al.* 2007). Otro factor que influyó en la mejoría de la DA en este suelo tabacalero fue el uso de abonos verdes, que al contar con sistemas radicales de mayor tamaño que el del cultivo principal, favorece la des compactación. La eliminación de la maquinaria agrícola en la preparación de suelo, al ser implementada la siembra directa de todos los cultivos, pudo haber afectado la estructura del suelo en favor de la reducción de la DA tal como plantea (Rollán *et al.* 2015).

CONCLUSIONES

Los suelos degradados en áreas tabacaleras de Pinar del Río, pueden ir

revirtiendo su situación al introducir en su manejo, principios de agricultura de conservación incluidos en el Manejo Sostenible de Tierras.

Las significativas diferencias en los valores de respiración basal y densidad aparente obtenidos en el estudio al suelo sometido a diferentes manejos, confirman la utilidad de evaluar estos indicadores para conocer prontamente la tendencia de su evolución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calvache, A. (2010). Física de suelos y su relación con los problemas ambientales. (XIV Congreso Ecuatoriano de la Ciencias del Suelo). 15 p.

Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/313640535_FISICA_DE_SUELO_S_Y_SU_RELACION_CON_LOS_PROBLEMAS_AMBIENTALES

Efron, D., Defrieri, R., Sarti, G., Escobar, J. & García de Salome, I. (2011). Propiedades microbiológicas en un suelo de la Patagonia Argentina bajo la influencia de diferentes especies forestales, Argentina. *Ciencia del Suelo*, 29(2), 191-197.

Recuperado de

<https://doaj.org/article/695933df9b7f41b9a66ff249278bfe12>

Ferreras, L., Toresani, S., Bonel, B., Fernández, E., Bacigaluppo, S., Faggioli, Valeria. & Beltrán, C. (2009). Parámetros químicos y

- biológicos como indicadores de calidad del suelo en diferentes manejos. *Ciencia del Suelo*, 27(1), 103-114.
Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672009000100011
- Font, L., Calero, B. & Muñiz, O. (2012). SEMCAS. Guía para la evaluación y seguimiento de la calidad de los suelos. *Agricultura Orgánica*, 15(2), 27-28.
Recuperado de http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202012-1/05%20calidadsuelos.pdf
- Gracia, D., Cárdenas, J. & Silva, A. (2018). Evaluación de sistemas de labranza sobre propiedades físico-químicas y microbiológicas en un inceptisol, Colombia. *Revista de ciencias agrícolas*. 35(1), 16-25.
Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n1/0120-0135-rcia-35-01-00016.pdf>
- García, M., Ponce de León, D., Acosta, Y. & Martínez, L. (2015). Influencia de la *Canavalia ensiformis* (L). D.C en la actividad biológica y distribución de los agregados del suelo en un área dedicada al cultivo del tabaco. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 59-64.
Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93233771008>
- Hernández, C., Bernal, Y., Ríos, C., Muñoz, P. & González, O. (2015). Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo. *Centro agrícola*, 42(3), 25-33.
Recuperado de <http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/html/v42n3/body/cag04315.html>
- Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J. M., Bosch Infante, D. & Castro Speck, N. (2015) Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos. Mayabeque, Cuba. Ediciones INCA.
Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Llanes, J. M., Cabrera, E. & De la Nuez, E. (2015). Influencia de la agricultura de conservación sobre el suelo y el cultivo del tabaco en San Juan y Martínez, Cuba. *Avances*, 17(4), 318-326.
Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/129>
- Martínez, A.Y., Febles, J.M., Moura do Amaral, N., Benítez, M., Morejón,

- M., Ruíz, M. & Hernández, R. (2018). Alternancia de cultivos, su efecto sobre el suelo en zonas dedicadas a tabaco negro en Pinar del Río. *Revista Centro Agrícola*, 45(1), 69-77. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n1/cag09118.pdf>
- Mikanová, O., Javůrek, M., Šimon, ., Friedlová, M. & Vach, M. (2009). The effect of tillage systems on some microbial characteristics. *Soil and Tillage Research*, 105(1), 72-76. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/222512573_Soil_properties_associated_with_organic_matter_mediated_suppression_of_bean_root_rot_in_field_soil_amended_with_fresh_and_composted_paper_mill_residualshttps://www.researchgate.net/publication/229128921_The_effect_of_tillage_systems_on_some_microbial_characteristics/download
- Novillo, I., Carrillo, M., Cargua, J., Nabel, V., Albán, K. & Morales, F. (2018). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas Agrarios*, 23(2), 177-187. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6587923.pdf>
- Ojeda-Quintana, L., Machado-Díaz, Y., Bernal-Carrazana, Y., Hernández-Vilches, M., Font-Vila, L., Hernández-Rodríguez, M. & Casanovas-Cosío, E. (2018). Índice de calidad del suelo en la Empresa Pecuaria El Tablón (Cienfuegos, Cuba). *Pastos y Forrajes*, 41(1), 13-21. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000100002
- Rivero, M., Mozena, W. & De Brito, E. (2016). Carbono microbiano del suelo bajo manejo agroecológico en condiciones tropicales. *Avances*, 18(1), 57-65. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/148/356>
- Rollán, A. & Bachemeier, O. (2015). Efecto de la siembra continua sobre el comportamiento Físico – funcional de los suelos franco limosos de la región semiárida central de la provincia de Córdoba (Argentina). *Terra Latinoamericana*, 33(4), 275-284. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792015000400275
- Rotenberg, D., Wells, A., Chapman, E., Whitfield, A., Goodman, R. &

- Cooperband, L. (2007). Soil properties associated with organic matter-mediated suppression of bean root rot in field soil amended with fresh and composted paper mill residuals. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(11), 2936-2948. Recuperado de <https://www.publish.csiro.au/sr/S98023>https://www.researchgate.net/publication/222512573_Soil_properties_associated_with_organic_mattermediated_suppression_of_bean_root_rot_in_field_soil_amended_with_fresh_and_composted_paper_mill_residuals
- Vadakattu, G. & Roper, M. (2010). Protection of free-living nitrogen-fixing bacteria within the soil matrix. *Soil and Tillage Research*, 109(1), 50-54. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223641236_Protection_of_free-living_nitrogen-fixing_bacteria_within_the_soil_matrix
- Zerbino, S., Altier, N., Morón, A. & Rodríguez, C. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*, 7(1), 44-55. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/234117774_Evaluacion_de_la_macrofauna_del_suelo_en_sistemas_de_produccion_en_siembra_directa_y_con_pastoreo