



Revista Ingeniería Agrícola

ISSN: 2306-1545

ISSN: 2227-8761

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

González-Pérez, Yariel; Álvarez-Marqués, Jorge Luis; Rodríguez-Jiménez, Sergio Luis;
Liriano-González, Ramón; Ortiz-del Toro, Lázaro Wilfredo; Pintado-Álvarez, Iris Mercedes
Propuesta de prácticas para el manejo sostenible de los suelos en la finca “La Gabriela”

Revista Ingeniería Agrícola, vol. 13, núm. 2, e05, 2023, Abril-Junio

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

DOI: <https://doi.org/2284/v13n2e05>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586275348005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



ARTÍCULO ORIGINAL

<https://cu-id.com/2284/v13n2e05>

Propuesta de prácticas para el manejo sostenible de los suelos en la finca “La Gabriela”

Proposal of practices for the sustainable management of soils on the farm “La Gabriela”

Ing. Yariel González-Pérez¹, Ing. Jorge Luis Álvarez-Marqués, Ing. Sergio Luis Rodríguez-Jiménez, Dr.C. Ramón Liriano-González, Ing. Lázaro Wilfredo Ortiz-del Toro, Ing. Iris Mercedes Pintado-Álvarez
Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Matanzas, Cuba.

RESUMEN. El suelo es un recurso natural indispensable para la vida por ello es necesario realizar una gestión eficiente del mismo que garantice la producción de alimentos de forma sostenible sin comprometer su estabilidad. El presente trabajo se realizó en la finca campesina “La Gabriela” perteneciente a la CCS “Leovigildo Sierra” del municipio Pedro Betancourt en la provincia Matanzas, con el objetivo de recomendar el uso y manejo sostenible del suelo a partir de las limitantes agroproductivas detectadas por medio de los diferentes estudios realizados, de los cuales se logró obtener el tipo de suelo y las diferentes Clases Agrológicas que se encuentran presentes en las áreas de la finca, identificándose las principales limitantes agroproductivas que ponen en riesgo la conservación y de este importante recurso natural, recomendándose en cada caso su adecuado uso y manejo.

Palabras clave: clases agrológicas, finca campesina, limitantes agroproductivas, suelo.

ABSTRACT. Soil is an essential natural resource for life, therefore it is necessary to carry out an efficient management of it that guarantees the production of food in a sustainable way without compromising its stability. The present work was carried out in the peasant farm “La Gabriela” belonging to the CCS “Leovigildo Sierra” of the Pedro Betancourt municipality in the Matanzas province, with the objective of recommending the use and sustainable management of the soil based on the agro-productive limitations detected by Through the different studies carried out, from which it was possible to obtain the type of soil and the different Agrological Classes that are present in the areas of the farm, identifying the main agro-productive limitations that put the conservation and conservation of this important natural resource at risk., recommending in each case its proper use and management.

Keywords: Agrological Classes, Peasant Farm, Agroproductive Limitations, Soil.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el sistema alimentario global se encuentra en una encrucijada: la agricultura debe hacer frente a los desafíos del hambre y la malnutrición en un contexto de crecimiento demográfico; mayor presión sobre los recursos naturales, en especial sobre los suelos y el agua; pérdida de biodiversidad, e incertidumbres relacionadas con el cambio climático. Mientras que en el pasado los esfuerzos se centraron en el fomento de la producción agrícola para producir más alimentos, los desafíos actuales, entre ellos el cambio climático, exigen un nuevo en-

foque (FAO, 2014; Gliessman, 2017).

El suelo, considerado como patrimonio natural y cultural de la humanidad; es un recurso finito de vital importancia para la vida en el planeta, formado por una mezcla de materia orgánica, minerales y nutrientes, que se encuentra en constante evolución y posibilita la vida de organismos vegetales, microorganismos y seres humanos (García, *et al.*, 2012, citado por Rodríguez *et al.* (2021); su fertilidad, se encuentra determinada por sus propiedades físicas, químicas y biológicas; y constituye la

¹ Autor para correspondencia, Yariel González-Pérez, e-mail: yariel.perez@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5266-1212>

Recibido: 16/10/2022.

Aprobado: 13/03/2023.

característica principal que contribuye al crecimiento de los cultivos y animales; y principal indicador de la calidad del recurso natural.

Es un sistema biológicamente activo que desarrolla importantes funciones sobre la capa que cubre la corteza terrestre. Siendo este un ecosistema vivo y dinámico que se convierte en un significativo reservorio de diversidad y en un medio de producción para las actividades humanas. Se considera un recurso no renovable, ya que su formación requiere de un proceso muy lento que puede tardar cientos de años para alcanzar un mínimo espesor de suelo fértil. Su degradación representa una amenaza inminente presente y futura (García-Monsalve, 2017).

Los factores degradativos son en su mayoría causados por el hombre, teniendo su mayor peso en la agricultura. El empleo de prácticas agronómicas convencionales y poco amigables con el medio ambiente como la deforestación, el laboreo excesivo y el uso de maquinaria pesada, traen consigo fenómenos como la compactación que afecta la estructura física del suelo disminuyendo el contenido de macroporos, importantes para el intercambio gaseoso y la retención del agua, lo cual afecta también la biota edáfica que se encuentra en constante contac-

to con las raíces de las plantas. Al respecto Cruz-Flores *et al.* (2020), manifiestan que la degradación y erosión edáfica por cambios de uso suelo, disminuyen los contenidos de carbono y su calidad.

Lograr un manejo sostenible de los suelos en la agricultura implica la combinación de prácticas tradicionales con las tecnologías actuales, utilizadas por otros autores como Gorelick *et al.* (2017); Shelestov *et al.* (2017), conformando de esta manera un modelo de agricultura que permita el uso racional de este recurso sin afectar la producción de alimentos.

A partir de lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo; recomendar buenas prácticas para el uso y manejo sostenible del suelo en la finca familiar campesina “La Gabriela” a partir de las condiciones productivas de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el período comprendido de octubre del 2018 a octubre del 2019, en la finca campesina “La Gabriela”, municipio Pedro Betancourt provincia Matanzas, localizada a los 22, 8° de latitud norte y los 81, 4° de longitud oeste (Figura 1).

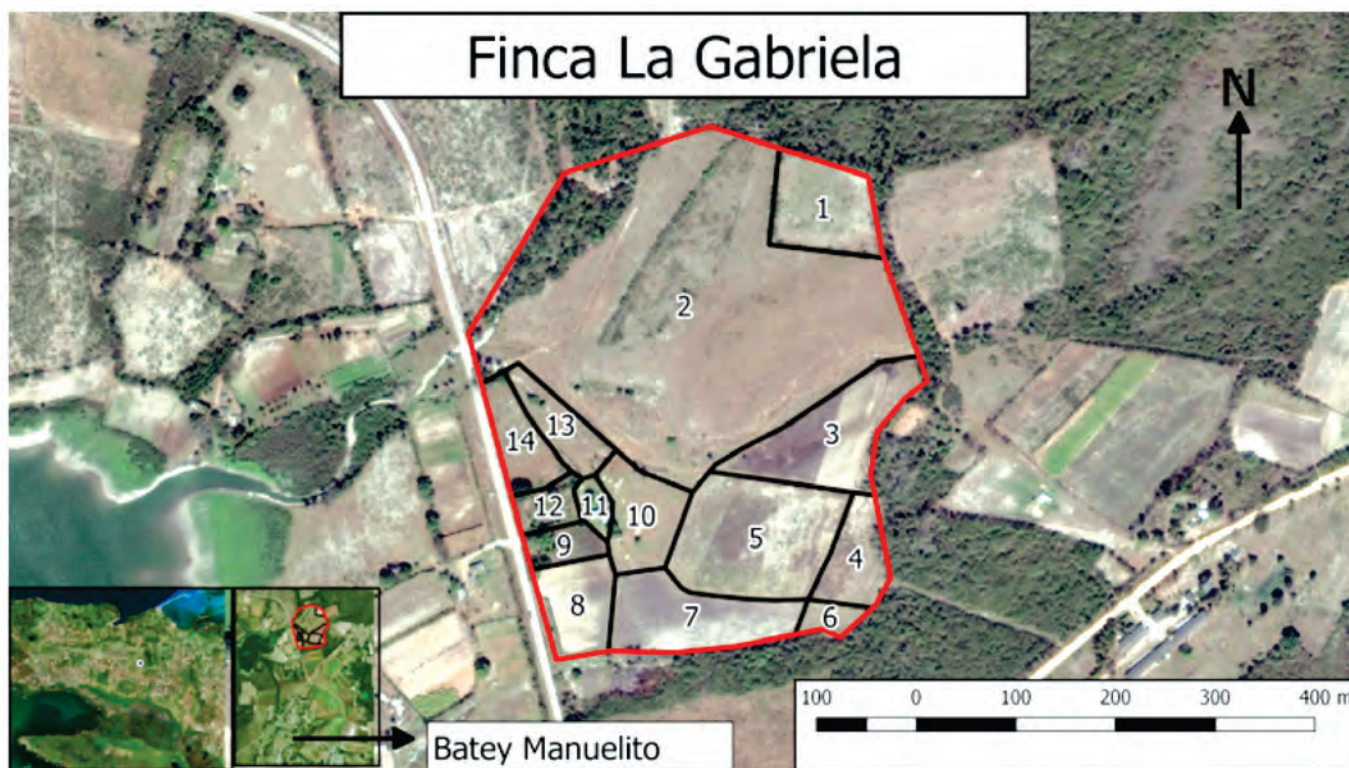


FIGURA 1. Imagen satelital de ubicación de la finca con sus contornos y divisiones.
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth 2017.

La zona estudiada se caracteriza por una temperatura media anual de 24,5 °C, registrándose los valores más elevados del año en los meses de agosto (26,6 °C) y junio (26,4 °C), mientras los más bajos promedios mensuales se registran en febrero (22,3 °C) y marzo (20,4 °C). La distribución temporal de las precipitaciones comprende dos periodos fundamentales, uno lluvioso entre mayo y octubre, donde ocurren más del 70% de las precipitaciones anuales y otro poco lluvioso entre noviembre y abril donde las precipitaciones están asociadas al paso de frentes fríos y a fenómenos subtropicales de bajas presiones. Los valores de la humedad relativa son elevados durante todo el año. El promedio anual es de 79,6%, con valores medios mensuales superiores a 75% durante casi todo el año, excepto el mes de marzo que tuvo un comportamiento promedio mensual de 70%, que constituye el mes

menos húmedo del año, mientras en septiembre y noviembre, los meses de mayores reportes de humedad relativa alcanza valores del 85% y 83% respectivamente.

Clasificación del suelo de la finca

La clasificación del suelo se realizó según la base cartográfica digital de Clasificación de los Suelos de Cuba, en su segunda versión genética, escala 1:25 000, realizada por el Departamento de Suelo y Fertilizante del Ministerio de la Agricultura (Minag-Cuba, 1984).

Evaluación del suelo presente en la finca

Determinación de la calidad del suelo

La calidad del suelo es considerada una medida de la sostenibilidad del uso de la tierra y de las prácticas de manejo agrícola. Dicha calidad puede determinarse través del seguimiento de diferentes tipos de indicadores que pueden ser físicos, químicos y biológicos. En este caso se aplicó la guía metodológica propuesta por Álvarez et al. (2016), los indicadores de calidad del suelo evaluados fueron los siguientes:

- Estructura
- Compactación
- Profundidad del suelo
- Actividad biológica.
- Retención de humedad
- Erosión
- Textura.

Para su determinación se tomó como área de estudios el campo 7 ya que se estaba utilizando como campo de cultivos en rotación de forma intensa. En el mismo se realizaron cinco calicatas con una profundidad de 40 cm para estudiar los diferentes horizontes y profundidad del suelo, de esta forma se analizó la estructura y textura evaluando la presencia de grumos o terreno polvoriento, su consistencia y plasticidad al ser manipulado, indicando el tipo y contenido de arcilla, así como retención de humedad y posibles limitaciones para el laboreo (tempero). En cuanto al nivel de compactación, se utilizó un cuchillo de 25 cm y una regla de 30 cm para medir la profundidad en la que este penetra en las diferentes capas. Los restantes indicadores

se determinaron visualmente, en el caso de la erosión se valuó la presencia de arrastre de suelo o formación de cárcavas o surquillos producidos por el arrastre del agua. En cuanto a la actividad biológica se evidenció a partir de los signos de vida que presenta el mismo teniendo en cuenta el amplio espectro que existe de la fauna edáfica y su importancia para mantener la salud del suelo.

Caracterización de las clases agrológicas

Con la participación del propietario se realizó un recorrido por todas las áreas de la finca, auxiliados de una imagen satelital obtenida de *Google Earth* (2017), donde con el uso del *Global Position System* (GPS), se tomaron y localizaron los puntos de cada observación, donde se evaluó:

- Profundidad efectiva del suelo con el uso de la barrena.
- Pendiente máxima
- Reacción al ácido clorhídrico (HCl)
- Presencia de piedras
- Uso actual y tradicional

En cada punto se evaluó la profundidad del suelo y pendiente máxima utilizando una barrena de 90 cm, lienza de bolsillo y nivel de carpintería, permitiendo la obtención de muestras de las diferentes capas u horizontes de suelo evaluando la presencia de carbonatos mediante la reacción al ácido clorhídrico (HCl) al 10 %, detectando la profundidad de aparición y cercanía de la roca madre u horizonte C. La presencia de piedras se determinó a partir del porcentaje de superficie del suelo cubierta por piedras, evaluado con ayuda de un marco cuadrado (1m²), con 100 puntos de medición, en tres sitios representativos de mayor pedregosidad utilizando el método de bandera inglesa. Los restantes indicadores se determinaron de forma visual, identificando las labores agrotécnicas **más comunes ejecutadas por el productor y la susceptibilidad o manifestación de procesos degradativos de los suelos.**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se presentan dos claves de suelo, sobre el área de la finca, las cuales difieren ligeramente en su variedad y relieve.

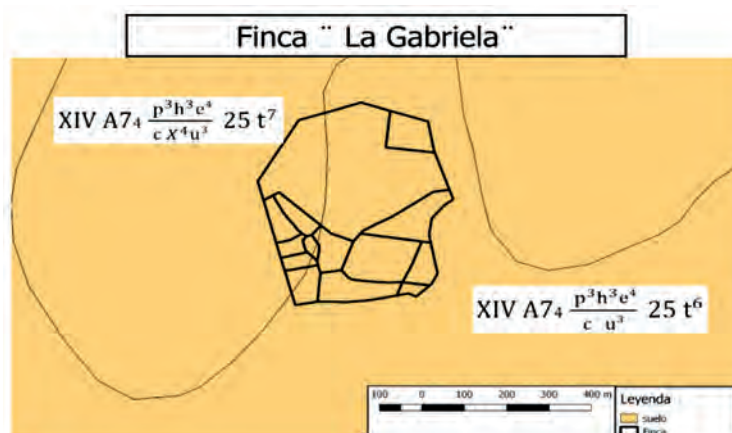


FIGURA 2. Mapa de suelos de la finca a partir del Departamento de Suelo y Fertilizante del Ministerio de la Agricultura (Minag-Cuba, 1984). Fuente: Elaboración propia en base a *Google Earth* 2017.

Interpretación de las claves de suelo

$$\text{Suelo 1: XIV A7}_4 \frac{p^3 h^3 e^4}{c x^4 u^3} 25t^7$$

Rendzina negra (XIV), típico (A), sobre caliza suave carbonatada (74), medianamente profundo entre 20-50 cm de profundidad (p^3), medianamente humificado (2-4%)-(h^3), poco erosionado (e^4), arcilla (c), poca gravillosidad (2-15%)-(x^4), pedregoso (0.2-3%)-(u^3), con profundidad efectiva de 25 cm (25), alomado (16.1-30%)-(t^7).

$$\text{Suelo 2: XIV A7}_4 \frac{p^3 h^3 e^4}{c u^3} 25t^6$$

Rendzina negra (XIV), típico (A), sobre caliza suave carbonatada (74), medianamente profundo (20-50 cm) (p^3), medianamente humificado (2-4%)-(h^3), arcilla (c), pedregoso (0.2-3%)-(u^3), con profundidad efectiva de 25 cm (25), fuertemente ondulado (8.1-16%)-(t^6).

De acuerdo con Cairo & Fundora (2002, 2005, 2007), los suelos del tipo Rendzina negra se forman a partir de las calizas margosas; el perfil es AC, AACC y ocasionalmente A (B) C. El contenido de materia orgánica es mayor que cinco %, del tipo mull cálcico. La relación H-F es igual o mayor que uno, con predominio de la fracción II; tiene entre 40-50% de humina y una relación carbono-nitrógeno (C-N) baja de 8,5-9 lo que demuestra una buena humificación.

La estructura es granular a nuciforme, poliédrica en algunos de sus horizontes. Ocupan relieve ondulado o suavemente ondulado. Presentan alto contenido de arcilla en el horizonte húmico acumulativo, heredada del material originario, predominando la motmorillonita entre los minerales arcillosos, lo que permite una alta capacidad catiónica cambiante en el suelo. El grado de saturación es alto, por lo que el pH es neutro a ligeramente alcalino.

Evaluación de indicadores de la calidad del suelo

Los resultados del estudio de calidad del suelo realizados en el campo 7, que en el momento de la evaluación se dedicaban a cultivos en rotación (Figura 3).



FIGURA 3. Indicadores de calidad del suelo.

El suelo estudiado mostró en algunos de los indicadores evaluados un comportamiento poco favorable, sobre todo en la textura arcillosa y plástica debido al tipo de arcilla presente (2:1), haciendo difícil las labores agrícolas sobre todo en período lluvioso donde el tempero es limitado producto a su elevada retención hídrica.

En cuanto a la profundidad resultó ser medianamente profundo con presencia de piedras en el perfil, lo cual se corrobora con la descripción de las claves antes mencionadas y al igual que el primer indicador, las labores mecanizadas, principalmente las de preparación de suelo y el desarrollo radical de los cultivos puede ser afectado directamente ante la escasa profundidad efectiva.

Los restantes indicadores se manifiestan en condiciones más favorables, desde niveles medios hasta los más altos para el área estudiada, presentando una estructura grumosa bien diferenciada con consistencia friable que facilita la penetración del cuchillo hasta 15 cm, además de tener buena retención hídrica y abundante actividad biológica, algo muy común en este tipo de suelo ya que presentan una elevada fertilidad, obteniéndose un valor medio entre los indicadores de 8,3 el cual se encuentra por encima del valor medio (cinco) y cercano a diez, manifestando entonces la existencia de un grupo de indicadores que favorecen la calidad del mismo.

Teniendo en cuenta estos factores es importante realizar un laboreo agrícola adecuado que garantice la menor degradación posible de este importante recurso natural, sobre esto Castillo-Valdez *et al.* (2021), sugieren que las prácticas de manejo del suelo alteran sus propiedades, especialmente cuando las entradas de energía al sistema suelo-planta son menores que las salidas, o su resiliencia es incapaz de regresarlo al estado previo a la intervención. Cuando las alteraciones se acercan a los límites de tolerancia del sistema suelo aparecen factores que limitan la producción. Los cambios se pueden establecer mediante indicadores e índices de calidad. Éstos muestran la dirección del cambio con el tiempo.

Caracterización de las clases agrológicas, uso y manejo del suelo

En el estudio realizado en la finca campesina “La Gabriela”, se destacan 2,54 ha de suelo con categoría III aptas para cultivos en rotación no muy intenso, ubicadas en las zonas de menos pendiente lo cual permite un adecuado uso en este sentido, un área de 2,77 ha con categoría IV apropiada para cultivos en rotación ocasionales densos de ciclo largo, ya que el laboreo resulta limitado, así como 13 ha con categoría VI que representa la mayor parte del área de la finca y resulta inapropiada para las rotaciones de cultivos (Figura 4).

La clase agrológica III presentó un relieve casi llano, presenta piedras medianas y pequeñas, con pendiente del 3% y profundidad de 50-80 cm, reacciona al HCl lo cual indica la presencia de carbonatos. En los últimos cinco años estos suelos se han cultivado de forma aislada con maíz (*Zea mays* L.), malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), boniato (*Ipomoea batatas* L.), y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), con un período de descanso como cuartón de pastoreo para el ganado, aprovechando los residuos de cosecha.



FIGURA 4. Clases Agrológicas de la finca campesina.
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth 2017.

A partir de lo anteriormente planteado se recomienda cultivos en rotación, así como la asociación con frutales ya que resulta el área de mayor capacidad productiva de la finca. El laboreo debe ser cuidadoso evitando la inversión del prisma y las labores profundas para no elevar los carbonatos a la superficie. Según Farrés et al., (2013) y Minag-Cuba (2007), la asociación de cultivos con frutales es un elemento esencial que permite un eficiente uso de los recursos, mejor aprovechamiento del área a cultivar aumentando el número de especies, agiliza la recuperación de la inversión y mejora la calidad del suelo al mantenerlo cubierto. Actualmente es ampliamente reconocido que la adopción de la agricultura de conservación puede incrementar el contenido de carbono en los suelos, al reducir su movimiento para la siembra, mantener una cobertura vegetal permanente o semi-permanente sobre la superficie del suelo y promover la rotación de cultivos, además de generar numerosos beneficios agronómicos (Cotler et al., 2016). La diversificación del sistema de cultivo y estrategias alternativas de manejo de malezas pueden mantener el rendimiento, las ganancias y la supresión de malezas al tiempo que brindan un mejor desempeño ambiental (Hunt et al., 2017). Además, la inclusión de cultivos de cobertura en los sistemas de producción agrícola bajo siembra directa, protegen al suelo de la erosión hídrica y eólica, favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas edáficas, compitiendo a su vez favorablemente con las malezas, teniendo un rol importante en la dinámica del nitrógeno del suelo (Castiglioni et al., 2016).

En la zona de estudio, el suelo con clase agrológica IV se caracteriza por tener una profundidad de 30 - 40 cm, con un relieve de 3 a 7% de pendiente. En su superficie se pueden encontrar abundantes piedras entre grandes y medianas, lo cual se relaciona con el alto contenido de carbonatos. En los últimos cinco años

este campo se ha empleado de forma esporádica en rotación de maíz-malanga y maíz-frijol, maíz-boniato, utilizándose el resto del tiempo en pastoreo de ganado bovino, en el momento del estudio se encontraba el cultivo del plátano, asociado con yuca, calabaza y malanga, dispuestos los surcos a favor de la pendiente.

Se recomienda mantener el uso actual en el pastoreo de ganado mayor, mejorando las condiciones de sombra en los cuarterones con especies frutales o forestales que se adapten a la zona, ya que de acuerdo con Villanueva et al. (2018), los sistemas silvopastoriles de árboles en potreros y las cercas vivas generan una serie de beneficios adicionales, aparte de la leche y/o carne, como sombra y alimento para el ganado, productos maderables y no maderables para uso local o para la venta, restauración y conservación de suelos y mejorar la infiltración del agua para alimentar a los mantos acuíferos subterráneos, dentro de otros. Asimismo, la biodiversidad vegetal de los potreros contribuye con una mayor riqueza y abundancia de la fauna silvestre, ya que se mejoran las condiciones para su desplazamiento, refugio, anidamiento y alimentación. Varias especies de fauna silvestre cumplen funciones en la polinización vegetal, dispersión de semillas, control de plagas de importancia en explotaciones pecuarias y en cultivos agrícolas.

En el área cultivada de plátano, debe continuarse el uso de policultivos durante la etapa de fomento, debiéndose tomar en cuenta que el laboreo no debe ser profundo, favorecido con el empleo de la tracción animal, pero con el uso de cultivos densos como la calabaza y el boniato, a fin de proteger el suelo de la erosión, respecto a esto Alarcón et al. (2012), citado por Serrano-Montero et al. (2017) plantearon que los suelos sometidos a procesos erosivos tienen grandes pérdidas de nutrientes y de elementos vitales para las plantas, provocando un descenso en los rendimientos de los cultivos.

La clase agrológica VI presenta una profundidad efectiva de 10-28 cm, y relieve ondulado a alomado, con pendiente irregular de 5 – 25%. Presenta piedras en algunas zonas, fundamentalmente en las áreas más altas del relieve. Existe presencia de carbonatos. Durante los últimos cinco años este terreno se utilizó como cuartón de pastoreo para el ganado, cubierto de pasto natural.

Se sugiere mantener el uso actual como cuartón con pastos naturales, evitando el sobrepastoreo o el aumento de la carga animal, ya que es muy susceptible a la erosión si se encuentra descubierto, producto a la pendiente que presenta. Por lo cual el control de la carga animal y los incendios fortuitos constituye un aspecto importante en esta área, el sobrepastoreo y la deforestación afectan las propiedades físicas del suelo y alteran el ciclo hidrológico del mismo según González *et al.* (2021), por ello es recomendable plantar algunos arbustos o frutales para producir sombra, incrementando los postes vivos de árboles con interés ganadero o forestal.

La introducción de especies maderables o frutales en los sistemas de pasturas tradicionales (sistemas a campo abierto), tienen múltiples beneficios en la calidad del pasto y consecuentemente en la nutrición del ganado, ofreciendo productos como leña, madera y frutos que le brindan al productor ganadero una mejor estabilidad económica (Oliva *et al.*, 2018).

En este sentido Bueno-López & Camargo-García (2015), afirman que la inclusión de leguminosas en sistemas silvopastoriles genera beneficios en la fertilidad de los suelos y en la calidad del forraje en oferta para los animales. La asocia-

ción simbiótica de leguminosas forrajeras ricas en bacterias del género *Rhizobium* mejora el contenido de nitrógeno y el desarrollo de la gramínea asociada, permitiendo que la producción ganadera sea más sustentable, porque la interacción entre sus componentes aporta beneficios al suelo, a la pastura, al ganado y a los árboles; además de, un aumento en la productividad y la diversificación de la producción (Gamarra-Lezcano *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

- El suelo estudiado en la finca campesina corresponde al tipo Rendzina negra el cual tiene una textura arcillosa y plástica, medianamente profundo, encontrándose abundantes piedras en su superficie, lo cual se relaciona con el alto contenido de carbonatos, manifestándose mediante la reacción al HCL, presentando un relieve irregular (3-25%) lo que genera dificultad en la realización de las labores agrícolas, además de presentar un tempero relativamente corto.
- En cuanto a las Clases Agrológicas se destacan 2,54 ha (13% de área) de suelo con categoría III, aptas para cultivos en rotación no muy intenso y sobre todo cultivos densos que mantengan el suelo cubierto. A su vez existe un área de 2,77 ha (15% del área) con categoría IV apropiada para cultivos en rotación ocasionales densos de ciclo largo, ya que el laboreo resulta limitado, por último, con categoría VI existen 13 ha (71% del área), la cual es inapropiada para las rotaciones de cultivos y se recomienda para el pastoreo y frutales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J., Díaz, C., & Fragela, M. (2016). *Instrumento de Evaluación de la calidad del suelo en condiciones de campo* (p. 110). Guía de Clases Prácticas. Asignatura Ciencias del Suelo. Universidad de Matanzas, Cuba.
- Bueno-López, L., & Camargo-García, J. C. (2015). Nitrógeno edáfico y nodulación de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en sistemas silvopastoriles. *Acta Agronómica*, 64(4), 349-354, ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118, Publisher: Universidad Nacional de Colombia.
- Cairo, C., & Fundora, H. O. (2002). *Edafología (Segunda parte)*. La Habana: Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.
- Cairo, C. P., & Fundora, H. O. (2005). *Edafología Primera y Segunda Parte* (primera). Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.
- Cairo, C. P., & Fundora, H. O. (2007). *Edafología (Segunda parte)*. La Habana: Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.
- Castiglioni, M., Navarro, R., Eiza, M., Romaniuk, R., Beltran, M., & Mausegne, F. (2016). Respuesta en el corto plazo de algunas propiedades físicas a la introducción de cultivos de cobertura. *Revista Ciencia del suelo*, 34(2), 263-278, ISSN 1850-2067.
- Castillo-Valdez, X., Etchevers, J., Hidalgo-Moreno, C. M. I., & Aguirre-Gómez, A. (2021). Evaluación de la calidad de suelo: Generación e interpretación de indicadores. *Terra Latinoamericana*, 39(1), 1-12, ISSN: 0187-5779, e-ISSN 2395-80309, Publisher: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo AC.
- Cotler, H., Martínez, M., & Etchevers, J. D. (2016). Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación y políticas públicas. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 125-138, ISSN: 0187-5779, e-ISSN 2395-8030, Publisher: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo AC.
- Cruz-Flores, G., Guerra-Hernández, E. A., Dell'Amico, J. M., & Campo-Alves, J. (2020). Indicadores de calidad de suelos en bosques templados de la Reserva de la Biosfera los Volcanes, México. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 781-793, ISSN: 0187-5779, e-ISSN 2395, Publisher: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo AC-8030.
- FAO. (2014). Agroecología para la seguridad alimentaria y nutrición. *Actas del simposio Internacional de la FAO. Roma, Italia.*, 466.
- Farrés, E., Placeres, J., Rodríguez, A., Peña, O., Fornaris, L., & Mullen, L. (2013). *Instructivo Técnico para las fincas integrales de frutales*. Citrifrut, La Habana, Cuba.
- Gamarra-Lezcano, C. C., Díaz-Lezcano, M. I., Vera de Ortiz, M., Galeano, M. del P., & Cabrera-Cardús, A. J. (2018). Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(46), 4-26, ISSN: 2007-1132, Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- García-Monsalve, L. J. (2017). *Determinar las causas que originan la degradación del suelo en la vereda San Antonio, municipio de Pamplona, departamento Norte de Santander*. [Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Colombia, Publisher: Universidad Nacional Abierta y Distancia UNAD.
- Gliessman, S. (2017). *Agroecología para la Seguridad Alimentaria y Nutrición*. 466. <http://www.fao.org/3/a-i4729s.pdf>

- González, A., Rodríguez, G., & Fábrega-Duque, J. (2021). Impacto de la cobertura boscosa y uso de suelo sobre la textura y conductividad hidráulica del suelo en la subcuenca del río Estibaná. *XVIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología. APANAC 2021. Panamá*, 257-262, ISBN: 2805-1807.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27, ISSN: 0034-4257, Publisher: Elsevier.
- Hunt, N. D., Hill, J. D., & Liebman, M. (2017). Reducing freshwater toxicity while maintaining weed control, profits, and productivity: Effects of increased crop rotation diversity and reduced herbicide usage. *Environmental Science & Technology*, 51(3), 1707-1717, ISSN: 0013-936X, DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04086>, Publisher: ACS Publications
- Minag-Cuba. (1984). *Mapa de Suelos Municipio Pedro Betancourt. Provincia Matanzas, Cuba* [Map]. Ministerio de la Agricultura, Departamento de Suelos Fertilizantes, La Habana, Cuba.
- Minag-Cuba. (2007). *Instructivo técnico para las fincas integrales de frutales* (primera). Biblioteca ACTAF. La Habana, Cuba.
- Oliva, M., Valqui, L., Meléndez, J., Milla, M., Leiva, S., Collazos, R., & Maicelo, J. L. (2018). Influencia de especies arbóreas nativas en sistemas silvopastoriles sobre el rendimiento y valor nutricional de *Lolium multiflorum* y *Trifolium repens*. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 579-583, ISSN 2077-9917, Publisher: Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Rodríguez, I., Pérez, H. I., & García, R. M. (2021). Degradación del suelo en sistemas agrícolas de la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S2), 557-564, ISSN: 2218-3620.
- Serrano-Montero, D. O., González-Paneque, O., de la Rosa-Andino, A. A., Aguilera-Corrales, Y., & Ramírez-Chávez, R. E. (2017). Estrategia de manejo y conservación del suelo en áreas de producción agrícola. *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(1), 41-48, ISSN-2306-1545, e-ISSN-2227-8761.
- Shelestov, A., Lavreniuk, M., Kussul, N., Novikov, A., & Skakun, E. (2017). Exploring Google Earth Engine platform for big data processing: Classification of multi-temporal satellite imagery for crop mapping, *Frontiers in Earth Science*, 17, ISSN: 2296-6463, Publisher: Frontiers.
- Villanueva, C., Casasola Coto, F., & Detlefsen Rivera, G. (2018). *Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica*. CATIE, Costa Rica, ISBN: 9977-57-682-3, Publisher: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Yariel González-Pérez, Ing., Instructor, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, C.P. 44740, e-mail: yariel.perez@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5266-1212>

Jorge Luis Álvarez-Marqués, Ing., MSc., Profesor Auxiliar, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, C.P. 44740, e-mail: jorge.alvarez@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8655-2831>

Sergio Luis Rodríguez-Jiménez, Dr.C., Profesor Titular, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, C.P. 44740, e-mail: sergio.rodriguez@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9956-5199>

Ramón Liriano-González, Dr.C., Ing., Profesor Titular, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, C.P. 44740, e-mail: ramon.liriano@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9956-5199>

Lázaro Wilfredo Ortiz-del Toro, Ing., Instructor, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, e-mail: lazaro.ortiz@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7686-0443>

Iris Mercedes Pintado-Álvarez, Ing., Instructor, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, C.P. 44740, e-mail: iris.pintado@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7131-2963>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: Y. González-Pérez, J.L. Álvarez-Marqués, S.L. Rodríguez-Jiménez, R. Liriano-Glez. Curación de datos: J.L. Álvarez-Marqués, R. Liriano-Glez. Análisis formal: Y. González-Pérez, J.L. Álvarez-Marqués, R. Liriano-Glez. Investigación: Y. González-Pérez, J.L. Álvarez-Marqués, L.W. Ortiz del Toro, I.M. Pintado-Álvarez. Metodología: Y. González-Pérez, S.L. Rodríguez-Jiménez, R. Liriano-Glez. Supervisión: S.L. Rodríguez-Jiménez, R. Liriano-Glez. Validación: Y. González-Pérez, J.L. Álvarez-Marqués, R. Liriano-Glez. Redacción-borrador original: Y. González-Pérez, R. Liriano-Glez, L.W. Ortiz del Toro, I.M. Pintado-Álvarez Redacción-borrador original: Y. González-Pérez, S.L. Rodríguez-Jiménez, R. Liriano-Glez.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.