



Fecha de presentación: octubre, 2021

Fecha de aceptación: diciembre, 2021

Fecha de publicación: febrero, 2022

## EFFECTOS

DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CAMBISOL TROPICAL, CUBA

## THE ABILITY TO UNDERSTAND AND THE TEXTUAL TYPOLOGIES IN THE PRIMARY BASIC EDUCATION, THIRD GRADE

Yoandris Socarrás Armenteros<sup>1</sup>

E-mail: [ysocarras@ucf.edu.cu](mailto:ysocarras@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8374-0685>

Dilier Olivera Viciado<sup>2</sup>

E-mail: [olivera.viciado@unesp.br](mailto:olivera.viciado@unesp.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7975-9508>

Elein Terry Alfonso<sup>3</sup>

E-mail: [terry@inca.edu.cu](mailto:terry@inca.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5996-2226>

Alberto Hernández Jiménez<sup>3</sup>

E-mail: [ahj@inca.edu.cu](mailto:ahj@inca.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6138-0620>

Andy Bernal Fundora<sup>3</sup>

E-mail: [andy@inca.edu.cu](mailto:andy@inca.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5812-3201>

Pedro José González Cañizares<sup>3</sup>

E-mail: [pgonzalez@inca.edu.cu](mailto:pgonzalez@inca.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3206-0609>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez Rodríguez" Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de São Paulo Julho de Mesquita Filho, Brasil.

<sup>3</sup> Institutos Nacional de Ciencias Agrícolas. Mayabeque. Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Socarrás Armenteros, y., Olivera Viciado, D., Terry Alfonso, E., Hernández Jiménez, A., Bernal Fundora, A., & González Cañizares, P., J., (2022). Efectos de diferentes sistemas de manejo sobre las propiedades físicas de un Cambisol tropical, Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S1), 565-571.

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar como las propiedades físicas de un suelo (Cambisol) fueron influenciadas en función del tipo de manejo. Para ello se definieron tres áreas con diferentes tipos de manejos: suelo sin disturbio bajo bosques por más de 50 años (Referencia); suelo bajo área de pastos de más de 10 años (Conservado) y suelo cultivado (Agrogénico), determinándose las siguientes variables físicas: composición textural, humedad, porosidad, plasticidad e índice de estabilidad estructural. Los resultados mostraron diferencias significativas para la composición textural del suelo, con mayor por ciento alcanzado las arcillas, en perfil de pasto y la arena fina en perfil de bosque. La humedad presenta los valores mayores en las profundidades de 0-13 cm en el suelo de bosque, de 18-42 cm en el suelo cultivado y de 25-45 cm en suelo de pasto. En el perfil de suelo bajo bosque, de 0-25 cm, la porosidad total fluctuó entre satisfactorio a excelente con 57 % de poros, mientras los perfiles bajo pastos y cultivos mostraron valores muy bajos. Los valores de los índices de plasticidad y estabilidad estructural, en el perfil de pasto fueron superiores que en los de bosques y cultivos de manera general disminuyen con la profundidad. Los cambios en los suelos originaron alteraciones en la densidad aparente y real, humedad, porosidad y en la estabilidad estructural.

**Palabras clave:** Degradación, estabilidad estructural, humedad, porosidad, textura.

### ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate how the physical properties of a soil (Cambisol) were influenced depending on the type of management. For this, three areas with different types of management were defined: soil without disturbance under forests for more than 50 years (Reference); soil under pasture area of more than 10 years (Conserved) and cultivated soil (Agrogenic), determining the following physical variables: textural composition, humidity, porosity, plasticity and structural stability index. The results signify significant differences for the textural composition of the soil, with the highest percentage reaching the clays, in the grass profile, and the fine sand in the forest profile. The humidity presents the highest values in the depths of 0-13 cm in the forest floor, 18-42 cm in the cultivated soil and 25-45 cm in the grass soil. In the soil profile under forest, from 0-25 cm, the total porosity fluctuated between satisfactory to excellent with 57% of pores, while the profiles under pastures and crops show very low values. The values of the plasticity and structural stability indices in the pasture profile were higher than in those of forests and crops, in general, they decrease with depth. The changes in the soils originated alterations in the apparent and real density, humidity, porosity and in the structural stability.

**Keywords:** Degradation, moisture, porosity, structural stability, texture.

## INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural finito y no renovable, que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, y constituye el asiento natural para la producción de alimentos y materias primas de los cuales depende la sociedad mundial (Burbano, 2016). También, se considera un complejo regido por características físicas, que determinan en gran medida la eficiencia en la producción agrícola.

La degradación de los suelos, causada por el uso intensivo de la tierra, está directamente relacionada con la elevada densidad de población humana. En las zonas del trópico los ecosistemas frágiles cada día son más afectados por la agricultura intensiva, los suelos se van deteriorando hasta perder la calidad de sus propiedades físicas. La compactación y el aumento de la densidad del suelo son las primeras variaciones que ocurren con el cambio del uso de la tierra.

De esta manera, la caracterización física del suelo es importante a la hora de conocer el ambiente biofísico en el que transcurre el desarrollo radicular de las plantas, emergencia de plántulas, infiltración y movimiento de agua dentro del perfil del suelo, retención, transferencia y reciclaje de nutrientes, así como intercambio óptimo de gases (Daza, et al., 2014) y cómo este cambia debido al efecto de la actividad antrópica. El uso irracional del suelo bajo un manejo intensivo produce una excesiva degradación y repercute significativamente sobre las propiedades físicas del suelo.

En Cuba el 70% de los suelos presenta al menos un factor limitante, sea generado un aumento en 2,5 millones de ha de suelos con problemas de compactación y mal drenaje, todo esto ha con llevado que el 60 % de la superficie del país se encuentra afectada por estos que pueden conducir a los procesos de desertificación .

Los suelos Pardos (Cambisoles) con su predominio de arcillas dilatables, sus principales limitaciones para el trabajo agrícolas estas estrechamente relacionada con los cambios en la estructura, la compactación, la plasticidad y la poca porosidad .

El tipo de estructura del suelo depende de factores como: la textura, el tipo de arcilla, los cationes predominantes (Ca, Mg, Na, Fe); la capacidad de absorción del agua, la materia orgánica y el laboreo. Por otra parte, la estructura del suelo y la agregación están fuertemente influenciadas por procesos tales como métodos de preparación, los sistemas de cultivos y el clima (Deng, et al., 2016). En la actualidad en Cuba son muy pocos los estudios que diagnostiquen con precisión los cambios de las propiedades físicas en un Cambisol, bajo diferentes manejos,

resultado de la acción antrópica. Teniendo en cuenta la problemática expuesta nos planteamos el siguiente objetivo, evaluar las modificaciones que tienen lugar en las propiedades físicas en un Cambisol de la provincia Cienfuegos, bajo condiciones de manejos diferentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre los meses de junio y noviembre de 2018, en la Finca "El Aeropuerto", perteneciente a la provincia de Cienfuegos, Cuba a 23°55'N y 81°10'S. El suelo fue clasificado como Pardo Sialítico según la clasificación de suelos de Cuba Hernández, et al. (2015), que a su vez se correlacionó con el agrupamiento de suelos Cambisol de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.

Se seleccionaron y analizaron tres perfiles de un Cambisol bajo diferentes tipos de manejos: Suelo de referencia bajo bosques por más de 50 años (Referencia); suelo bajo área de pastos de más de 10 años (Conservado) y suelo cultivado por más de 40 años (Agrogénico). La descripción de los perfiles del suelo se realizó de acuerdo con el manual de cartografía detallada y evaluación integral de suelos.

En cada área de manejo y a una profundidad de 0-25 cm, se tomaron muestras de suelos compuestas por cinco submuestras. La composición mecánica del suelo se realizó por el método de Bouyoucos modificado, usando pirofosfato para la eliminación de la materia orgánica e hidróxido de sodio como dispersante. La humedad por el método gravimétrico Kaurichev, y el límite inferior y superior de plasticidad, así como el índice de plasticidad por el método de Atterberg. Entre tanto, la densidad aparente del suelo se determinó utilizando cilindros de 100 cm<sup>3</sup> de volumen y la densidad real por el método del terrón con parafina.

La estabilidad estructural se realizó en el laboratorio de física de suelo del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en la provincia de Mayabeque en la Habana, mientras que los demás análisis se realizaron en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) de la provincia, Villa Clara, ambos laboratorios en Cuba.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple. Los valores en porcentajes fueron transformados de acuerdo con la fórmula  $X = 2\arccos\sqrt{P}$  (%) para cumplir los supuestos de normalidad. En los casos en que se encontró diferencias significativas entre las medias, estas fueron comparadas mediante la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), después de verificarse que cumplían con el

ajuste de distribución normal y de homogeneidad de varianza. Los análisis fueron realizados con el programa Statgraphics Centurión (versión 15.1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cada condición de manejo hubo diferencias significativas entre algunas de las fracciones granulométricas (figura 1), en este contexto, la granulometría resulta ser un parámetro útil para estimar el deterioro del suelo.

Se observó diferencias significativas en el contenido de arcillas en los tres manejos en estudios obteniendo resultados superiores en el perfil de suelo Conservado seguido por el perfil Agrogénico y finalmente el de Referencia, Este nivel de arcilla, lo cual pudiera haber sido que este suelo estuvo por mucho tiempo sembrado de caña (monocultivo) y para acondicionamiento al terreno se le realizaban varias labores con aperos de labranza como precedente al manejo Conservado. Estos resultados se asemejan a los de López, et al. (2003), estos autores comprobaron que el cambio de uso de suelo, el sobre pastoreo y la incorporación de nuevas áreas a la producción agrícola, modifica el contenido de arcillas en un suelo. Mientras que Cebadero, et al. (2020), reportaron los mayor contenido en arcilla en las parcelas cultivadas que están en posiciones llanas.

Mientras que en los manejos de perfil de Referencia y Conservado no hubo diferencias significativas en la cantidad de limo grueso, al contrario, al manejo de perfil Agrogénico si tuvo diferencia significativa respecto al perfil de Referencia, alcanzado valores por debajo de 11% y 12%. Asimismo, se reportaron diferencias estadísticamente significativas en los tres manejos en cuanto a la cantidad de limo fino, con respecto a la cantidad de limo fino los manejos Conservado y Agrogénicos registraron valores inferiores a lo del perfil de referencia. Debido que no sufren expansión, ni contracción y su relación superficie/volumen es baja (Castiglioni, et al., 2013) además son propiedades que cambian en un tiempo mayor.

El contenido de arena gruesa en los tres perfiles de manejos presentó diferencias estadísticamente significativas, manera que el perfil de manejo Agrogénico fue superior en contenido de arena gruesa que el perfil de Referencia y por consiguiente al perfil de Conservado este alcanzando valores bajos, en comparación con los tres manejos. Con relación a contenido de arena fina se pudo observar diferencias significativas en los tres perfiles con diferentes manejos. Como resultado el manejo de Referencia fue el que alcanzo mayor cantidad de arena fina, seguido por el manejo Agrogénico y por último el manejo Conservado. Según Brady & Weil (2017), el contenido de arena gruesa

es caracterizado por pérdida del material más fino por erosión debido a la posición topográfica.

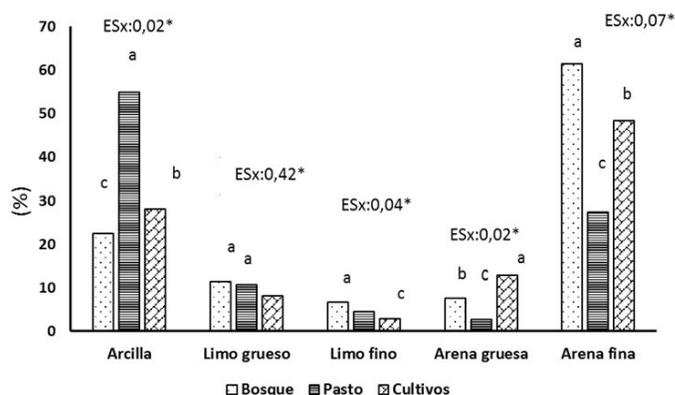


Figura 1. Composición mecánica del suelo Cambisol bajo diferentes condiciones de manejos. Letras distintas en cada tipo de manejo indican diferencias significativas según (Tukey  $p < 0,05$ ).

La humedad, porosidad total y la densidad aparente en los diferentes horizontes de cada perfil del suelo bajo los tres tipos de manejos se muestran en la tabla 1. Analizando de manera general, la humedad va disminuyendo a medida que va aumentando la profundidad en los tres perfiles en estudio, destacándose con mayor porcentaje de humedad en todas las profundidades del perfil el manejo de Referencia, luego le sigue el perfil bajo suelo Agrogénico y por último el perfil Conservado. Observándolo bien se nota un ligero aumento de la humedad en el horizonte B del perfil Conservado y en el A12 del perfil Agrogénico. Manera que la baja humedad disponible en el suelo acentúa la fuerte estacionalidad de la zona con respecto a la precipitación. Como resultado antes expuesto en el manejo de perfil de Referencia, se asemejan con los de Díaz, et al. (2018), ya que los mayores porcentajes de humedad corresponden a los suelos de naturaleza cohesiva y puede atribuirse a que el carácter cohesivo permite retener mayor contenido de agua en su estructura, mientras que los suelos granulares propician mayor infiltración y menor retención de agua.

Analizando la densidad aparente por profundidad del suelo dentro de cada tipo de manejo fue el perfil de manejo bajo suelo Referencia resultado ser el de menor valor, en los horizontes de 0-13 cm y de 13-25 cm, alcanzando valores entre 0,89-1,29  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , mientras que en el manejo bajo suelo Agrogénico los resultados fueron superiores al demás manejo, con 1,66  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$  en el horizonte de 0-18 cm, y uno 1,71  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$  a la profundidad de 18-42 cm en el horizonte superior. De esto se deduce que con el incremento de la densidad del suelo aumenta la compactación, lo que reduce los espacios porosos de los

macroporos y, disminuye la capacidad de permitir que el agua entre al suelo (infiltración), se mueva a través del perfil (permeabilidad) y se almacene de forma disponible en la zona radicular (retención). Por su parte Olivera, et al. (2018), comprobaron que en el manejo bajo suelo de Referencias y Conservados la densidad de aparentes alcanzo valores por debajo a lo de manejo agrogénicos en un Nitisol en un clima tropical.

En cuanto a la porosidad total, el perfil de Referencia alcanza en la superficie de 0-13 cm de profundidad un 60 % de los poros y un 50% a la profundidad de 13-25 cm, siendo este, el perfil que alcanzó mayor porcentaje de poros, luego le siguió el perfil Conservado obteniendo valores de 47% en la superficie de 0-25 cm y un 37 % a más 25 cm de profundidad, mientras que el perfil Agrogénico fue el de peor resultado de todos los perfiles analizados, alcanzado valores de 36% en la superficie de 0-18 cm y 34% a la profundidad de 18-42 cm. La porosidad total de los suelos también se ve afectada por los cambios en el uso de los suelos o sea, que el cambio de los sistemas de bosque nativo a monocultivo, modifican el número de poros del suelo (Leyva, et al., 2018).

Tabla 1. Humedad y porosidad del suelo bajo diferentes formas de manejo.

Horizontes del suelo	Profundidad	Humedad	Da	Dr	Porosidad
	(cm)	(%)	(mg. m <sup>-3</sup> )	(mg. m <sup>-3</sup> )	(%)
<b>Perfil de Referencia</b>					
A <sub>11m</sub>	0 -13	47	0,89	2,42	64
A <sub>12m</sub>	13-25	39	1,29	2,57	50
B	25-40	29	-	2,64	-
BC	40-60	30	-	2,61	-
C <sub>k</sub>	>60	30	-	2,60	-
<b>Perfil Agrogénico</b>					
A <sub>1</sub> SL	0 -18	33	1,66	2,58	36
A <sub>2</sub> SL	18-42	46	1,71	2,57	34
B <sub>1</sub>	42-60	30	-	2,66	-
B <sub>2(g)</sub>	60-90	37	-	2,69	-
<b>Perfil Conservado</b>					
A <sub>11</sub>	0-25	25	1,33	2,49	47
B	25-45	59	1,63	2,58	37
BC	45-60	-	-	2,71	-
C	>60	-	-	2,63	-

En la tabla 2 se muestran los índices de plasticidad de cada manejo, donde se pudo observar, el mayor índice de plasticidad lo consiguió el suelo bajo manejo de Conserva con 43,26 % y, los manejos bajo suelo referencian y agrogénico ambos demostraron una ligera plasticidad con valores semejantes. Considerando que el valor del índice de plasticidad va disminuyendo a medida que se va profundizando el perfil. Cuanto mayor es la cantidad de arcilla en un suelo, mayor será la plasticidad, el encogimiento e hinchamiento potenciales (Castellanos, et al., 2017).

Tabla 2. Influencia del manejo del suelo sobre la plasticidad.

Manejo del suelo	Profundidades		LSP		LIP		IP	
	cm							
	0-25		51,71		23,42		27,86	
Perfil de referencia	25-45		47,07		23,85		23,22	
	45-60		40,56		14,55		26,02	

	>60		31,56		21,97	29,59
	0-25		41,31		16,84	24,48
Perfil agrogénico	25-45		40,07		18,68	21,39
	45-60		38,81		17,73	21,08
	>60		38,77		13,61	25,16
Perfil conservado	0-25		71,68		28,42	43,26
	25-45		74,46		27,45	47,00
	45-60		61,47		21,77	39,70
	>60		51,27		17,77	33,50

En el estudio de la estabilidad estructural en la capa de 0-20 cm de profundidad en el suelo Cambisol se observaron diferencia significativa en los tres tipos de manejos (tabla 3). Los resultados revelaron que el índice de estabilidad estructural, en la variante de suelo Agrogénico, alcanzó valores por debajo de lo establecido como promedio 0,59 (bajo). Resultados concordaron con los de Reyes, et al. (2016), estos investigadores evidenciaron que la explotación intensiva y los manejos agronómicos, causan modificaciones desfavorables en la estructura del suelo.

Por el contrario, el manejo bajo suelo de Referencia y Conservado el calificativo de la estabilidad estructural fluctúa entre mediano (0,65) a bueno (0,89). Considerando que los sistemas bajo bosque presentaron los mayores índices de estabilidad de la estructurar (Bernal & Hernández, 2017). A diferencia a los resultados de Bravo, et al. (2004), dando qué la cobertura dentro de sistema de siembra directa de maíz y el pastoreo con ganado ovino logra mantener o mejorar sin implicación de impactos negativos en los índices estructurales, sumando a esto el impacto de las gotas de agua provoca que ésta se separe de las otras partículas.

Tabla 3. Índices de estabilidad estructural del suelo bajo diferentes condiciones de manejo.

Índice Estabilidad Estructural (Ie)	Promedio	Calificativo
Perfil de Referencia		
0,67	0,65 b	Mediano
0,64		
0,67		
Perfil Conservado		
0,83	0,82 a	Bueno
0,81		
0,83		
Perfil Agrogénico		
0,53	0,59 c	Bajo
0,58		
0,69		
	ESx 0,04*	

Letras distintas en cada manejo indican diferencias significativas (Tukey  $p < 0,05$ ). ESx: Error Estándar.

El resultado obtenido bajo sistema de pasto puede estar considerado a la cantidad de materia orgánica que se logra con el pastoreo, lo cual ha sido reportado el efecto positivo en la estructura, ya que propicia la formación de agregados de origen biogénico que poseen alta estabilidad también, mantener el suelo en barbecho contribuye a su conservación (Aguila, et al., 2016).

En los suelos que presentan cierto grado de degradación, el impacto de las gotas de lluvia le confiere una baja estabilidad y una alta susceptibilidad a la separación de los agregados (Fattet, et al., 2011; Girona, et al., 2018). Este fenómeno ocurre debido a que el agua al ponerse en contacto con los terrones facilita la disgregación de estos, producto de la dilatación y separación de sus partículas y a un desplazamiento del oxígeno por el agua en la fracción porosa del suelo (Lok & Fraga, 2011). Sin embargo, este proceso no ocurre así en los suelos que presentan vegetación o cobertura vegetal, que actúa como amortiguador, protegiendo la superficie del suelo (Gabioud, et al., 2011).

## CONCLUSIONES

Los cambios de uso de los suelos manifestaron modificaciones significativas en el contenido de arcillas y arena gruesa en un suelo Cambisol, siendo estos más pronunciados en los manejos bajo suelos Conservado y Agrogénico. A pesar de que manejo suelo de Referencia no tuvo perturbación. Mientras que la humedad natural del suelo bajo las condiciones de manejos de suelos Agrogénico resultó ser la que menor reserva de humedad en un 33 % a la profundidad de 0-18 cm.

La densidad aparente y la porosidad total manifestaron cambio en los manejos de suelo Agrogénico y Conservado debido a las malas prácticas agrícolas. Debido a la cantidad de arcillas en el perfil bajo suelo Conservado el índice de plasticidad alcanzo valores altos en todas las profundidades.

El manejo Conservado tuvo mejor estabilidad de los agregados que los demás manejos. Las principales propiedades físicas identificada que originó cambio en la composición del suelo fueron las siguientes: la granulometría, la humedad natural del suelo, la densidad aparente, la porosidad total, la plasticidad y la estructural, estas propiedades juegan un papel fundamental en el desarrollo de los cultivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila Alcantara, E., Marrero Pérez, Y., Hernández Arboláez, H. P., & Ruiz González, Y. (2016). Efecto del uso del suelo sobre su calidad en áreas de la Finca "Baños de Marrero". *Centro Agrícola*, *43*(2), 14-22.
- Bernal, A., & Hernández, A. (2017). Influencia de diferentes sistemas de uso del suelo sobre su estructura. *Cultivos Tropicales*, *38*(4), 50-57.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15a ed.). Pearson Education Ltd.
- Bravo, C., Lozano, Z., Hernández, R., Piñango, L., & Moreno, B. (2004). Efecto de diferentes especies de coberturas sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana con siembra directa de maíz. *Bioagro*, *16*(3), 163-172.
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *33*(2), 117-124.
- Castellanos, I., García, N., & Cano, Z. (2017). Procesos físicos del suelo en la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria: atributos para su conservación. *Terra Latinoamericana*, *35*(1).
- Castiglioni, M. G., Behrends, K. F., & María, M. H. J. (2013). Efecto de la secuencia de cultivos bajo siembra directa sobre la calidad de algunos suelos de la región Pampeana. *Ciencias del Suelo*, *31*(1).
- Cebadero, M., Torres, J. A., Siles, G., & Fernández, E. (2020). Cambios en el suelo por la utilización de ganado ovino en olivar ecológico. *SJSS. Spanish Journal of Soil Science*, *10*(1).
- Daza, M., Hernández, F., & Triana, F. (2014). Efecto del Uso del Suelo en la Capacidad de Almacenamiento Hídrico en el Páramo de Sumapaz - Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, *67*(1), 7189-7200.
- Deng, Y. S., Xia, D., Cai, C. F., & Ding, S. W. (2016). Effects of land uses on soil physic-chemical properties and erodibility in collapsing gully alluvial fan of Anxi County, China. *Journal of Integrative Agriculture*, *15*, 1863-1873.
- Díaz, C., Herrera, C., & Prada, K. (2018). Características físico químicas de suelos con relación a su conformación estructural. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, *6*(1), 58-69.
- Fattet, M., Ghestem, M., Ma, W., Foulonneau, M., Nespoulous, J., Le Bissonnais, Y., & Stokes, A. (2011). Effects of vegetation type on soil resistance to erosion: Relationship between aggregate stability and shear strength. *CATENA*, *87*(1), 60-69.
- Gabioud, E. A., Wilson, M. G., & Sasal, M. M. (2011). Análisis de la estabilidad de agregados por el método de Le Bissonnais en tres órdenes de suelos. *Ciencia del Suelo*, *29*(2), 129-139.
- Girona, A., Ortiz, O., Badía, D., & Martí, C. (2018). Effects of prescribed burning on soil organic C, aggregate stability and water repellency in a subalpine shrubland: Variations among sieve fractions and depths. *CATENA*, *166*.

- Hernández, J. A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Ed. Ediciones INCA.
- Leyva, S., Baldoquin, A., & Reyes, M. (2018). Propiedades de los suelos en diferentes usos agropecuarios, Las Tunas, Cuba. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 36-47.
- Lok, S., & Fraga, S. (2011). Comportamiento de indicadores del suelo y del pastizal en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*. Cuban Journal of Agricultural Science, 45(2), 195-202.
- López, F., Muñoz, D., Hernández, M., Soler, A., Castillo, M. C., & Hernández, I. (2003). Análisis integral de la toposecuencia y su influencia en la distribución de la vegetación y la degradación del suelo en la Subcuenca de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 56(1), 19-41.
- Olivera, D., Hernández, A., Rodríguez, M., Lizcano, R. Calero, A., & Peña, K. (2018). Effects of land-use change on Nitisols properties in a tropical climate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 71(3), 8601-8608. \_
- Reyes, R., Guridi, F., & Valdés, R. (2016). El manejo agrícola modifica propiedades y la disponibilidad de metales pesados en suelos Ferralíticos rojos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4).