

Comportamiento de la infiltración en suelos Pardos cálcicos del Valle de Guantánamo con diferentes manejos

Behavior of the infiltration in calcareous Cambisol soils of the Valley of Guantánamo with different handlings

 Albaro Blanco Imbert^{1*},  Illovis Fernández Betancourt¹,  Marianela Cintra Arencibia¹,
 Karen Alvarado Ruffo²,  Thomas Carbonell Mestre³ y  Marisol Lafargue Savón⁴

¹Instituto de Suelos, UCTB Suelos, Guantánamo, Cuba. E-mail: investigacion@suelos.gtm.minag.cu, cintraarencibia@gmail.com

²Universidad Guantánamo, Guantánamo, Cuba. E-mail: ejecutiva@actaf.gtm.cu

³Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: thomascarbonellmestre@gmail.com

⁴Centro de Desarrollo de la Montaña, Limonar de Monte Ru, El Salvador, Guantánamo, Cuba. E-mail: lafarguemariszol@gmail.com

*Autor para correspondencia: Albaro Blanco Imbert, e-mail: rogerdanielb@gmail.com

RESUMEN: En la provincia Guantánamo, los suelos Pardos (Cambisol) ocupan el 43,72% del área total del territorio, dedicados en su mayoría a la producción agropecuaria, en los cuales, se han intensificado los procesos de degradación como consecuencia del cambio de uso y manejo inadecuado, llegando a afectar sus cualidades físicas como la tasa de infiltración de agua. Con el objetivo de caracterizar el comportamiento de la infiltración en el suelo Pardo cálcico del Valle de Guantánamo con diferentes manejos, se realizó una comparación entre un sistema de manejo basado en el uso de la tracción animal para la preparación del terreno y se aplica abono orgánico; un sistema de manejo donde se combina la preparación tradicional y la tracción animal y el sistema de manejo convencional, durante los meses marzo a julio de 2023. La infiltración fue determinada por el método de doble anillo y al momento de la prueba se determinó la compactación. Los resultados indican que, en los suelos con manejo de bajos insumo, el suelo alcanza mayor infiltración del agua (0,22 cm h⁻¹). En los suelos con manejo tradicional y combinado, los valores de infiltración básica se encuentran por debajo del rango establecido para este tipo de suelo, lo que restringe la entrada de agua al suelo, incrementa el escurrimiento y el riesgo de erosión.

Palabras clave: Agroecosistema, manejo, compactación, preparación del suelo, capacidad de infiltración.

ABSTRACT: In Guantánamo province, Cambisol soils occupy 43.72% of the total land area, mostly dedicated to agricultural production. These soils have experienced intensified degradation processes due to land use changes and inadequate management, which have affected their physical properties, such as water infiltration rate. To characterize the infiltration behavior of calcareous Cambisol soil in the Guantánamo Valley under different management systems, a comparison was conducted between: a system based on animal traction for land preparation with the application of organic fertilizer; a mixed system combining traditional preparation and animal traction, and a conventional management system, during the months of March to July 2023. Infiltration was measured using the double-ring infiltrometer method, and soil compaction was assessed at the time of testing. Results indicate that soils under low-input management achieved higher water infiltration rates (0.22 cm·h⁻¹). In contrast, soils under traditional and mixed management showed basic infiltration values below the established range for this soil type, limiting water entry, increasing runoff, and raising the risk of erosion.

Keywords: Agroecosystem, management, compaction, soil preparation, infiltration capacity.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en la agricultura cubana se han realizado innumerables transformaciones, sin embargo, los resultados no han garantizado el mismo nivel de respuesta en términos productivos, evidenciándose en algunas regiones del país una débil respuesta en términos de eficiencia y competitividad (Castro et al., 2021).

El área más importante para la producción de alimentos en el municipio Guantánamo lo constituyen las llanuras denudativas y denudativa-acumulativa. Con la reestructuración cañera, gran parte de esos suelos pasaron de caña a cultivos varios, intensificando los procesos de degradación como consecuencia del cambio de uso, el manejo inadecuado y las características climáticas de la zona (Blanco et al., 2021).

Recibido: 28/11/2025

Aceptado: 30/03/2026

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

Contribución de los autores: Conceptualización, Investigación, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición: Albaro Blanco Imbert. **Curación de datos, Metodología:** Illovis Fernández Betancourt. **Supervisión, Redacción-revisión y edición:** Marianela Cintra Arencibia. **Metodología, Redacción-revisión y edición:** Karen Alvarado Ruffo. **Curación de datos, Investigación:** Thomas Carbonell. **Curación de datos, Redacción-borrador original:** Marisol Lafargue Savón.

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.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Diferentes estudios destacan como las actividades agropecuarias, impactan negativamente en el suelo, evidenciándose cambios en las propiedades y procesos de los suelos (Ramírez, Leiva, & Restrepo, 2021; Martínez et al. 2023).

Tal es el caso de los suelos Pardos con Carbonatos Secundarios (Pardos cálcicos) Hernández et al. (2015) del Valle de Guantánamo, que al igual que el resto de los agrupamientos presentes en la provincia, se consideran altamente susceptibles a los procesos degradativos Limares et al. (2015), los cuales han sido asociados con las actividades agropecuarias, que han provocado modificaciones en sus propiedades, reportándose un amplio espectro de valores de humedad, densidad aparente según Cid et al. (2021) y compactación de acuerdo a Blanco et al. (2021).

Por otro parte, estos suelos aunque tienden a acumular menos carbono que sus análogos del resto del País según Ponce de León (2003), los fenómenos de contracción-dilatación se manifiestan en alguna medida en los valores extremos de contenidos de agua en la matriz del suelo según Cid et al. (2021), lo cual trae consigo modificaciones en la densidad aparente y con ello en la capacidad de infiltración.

La tasa de infiltración del suelo resulta una de las propiedades físicas cuyo comportamiento se ve afectado por el uso inadecuado de prácticas agronómicas reportado por Rosales et al. (2020), debido a que cualquier acción sobre el suelo que disminuya la tasa de infiltración, restringe la entrada de agua al suelo, y con ello disminuye el beneficio de la lluvia o el riego como suministrador de agua para las plantas, incrementa el escurrimiento y por consiguiente el riesgo de erosión (Herrera et al., 2017; Béjar, Cantú, González, et al., 2021). De aquí, la importancia de medir cualitativa y cuantitativamente esas alteraciones con el fin de que proporcionen información del estado y condición del recurso edáfico.

A pesar de que la infiltración es una propiedad fundamental en la caracterización de la salud física del suelo y con gran impacto en la conservación del mismo y del agua según Rosales et al. (2020), y Béjar et al. (2021b), su determinación al igual que el de la mayoría de los indicadores físicos se deprimieron en todo el país desde principios de los años 90 de acuerdo a Cid et al. (2021), por lo que resultan insuficientes los estudios que describen los cambios que han experimentado los suelos Pardos del Valle de Guantánamo en sus propiedades y en particular de la infiltración, luego de las transformaciones ocurridas en la agricultura ya que de acuerdo con Cid (1988), dentro de los elementos que determinan el funcionamiento hídrico del suelo, la infiltración es conjuntamente con la conductividad hidráulica, la de mayor variabilidad, la cual en ocasiones llega a obtener valores muy diferentes para un mismo tipo de suelo.

De aquí la necesidad de cuantificar la capacidad de infiltración que presentan los suelos Pardos cálcicos del Valle de Guantánamo en la actualidad, por lo que este

trabajo se propuso caracterizar el proceso de infiltración de este suelo con diferentes manejos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los meses marzo a julio de 2022, en áreas del Valle de Guantánamo, donde el tipo de suelo predominante es el Pardo cálcico según la clasificación de suelos propuesta por Hernández et al. (2015). Las condiciones climáticas de la zona en los últimos 30 años muestran precipitaciones que superan los 1000 mm anuales, aunque con problemas de distribución espacial y temporal según Marzo & Gómez (2023), las temperaturas alcanzan una media anual de 26 °C y la humedad relativa sobrepasa el 70% (Peña et al., 2023).

Se seleccionaron tres áreas que tienen como similitud haber estado por más de 40 años dedicados al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), haber cambiado de uso a los cultivos varios y presentar topografía llana, pero se diferencian en el manejo agronómico al que han sido sometido en los últimos 25 años. Se empleó un diseño muestral y los tratamientos estuvieron constituidos por las variantes de manejo que se describen a continuación:

Tratamiento I. Área localizada en entre las coordenadas N 171 000-174 000 y E 664 000-668 000, con una extensión de 1,0 ha dedicada a la siembra de granos y viandas. En esta se emplea un sistema de manejo agronómico basado en el uso de la tracción animal para la preparación del terreno, donde se aplica como abono orgánico el estiércol vacuno parcialmente meteorizado, a razón de 14,5 t ha⁻¹, con la cual se realiza un aporte de 10 t ha⁻¹ según Paneque & Calaña (2015) aplicado durante la preparación del terreno para el mejoramiento del suelo y como fertilizante en los cultivos al momento de la siembra. Se emplea riego por aspersión.

Tratamiento II. Área localizada entre las coordenadas N: 170 580 - 171 650 y E: 671 450 - 672 490, con una superficie de 1,09 ha dedicada al cultivo de hortalizas. Se emplea un sistema de manejo donde para la preparación del terreno se utiliza arado de discos para roturar, grada mediana en el cruce y la tracción animal para el surcado y aporque. Se aplica bajas dosis de estiércol vacuno como abono orgánico (dosis por debajo de las 5,0 t ha⁻¹) con la preparación del terreno. Se emplea riego por aspersión.

Tratamiento III. Área localizada entre las coordenadas cartográficas N: 679 760 - 682 780 y E: 161 380 - 164 760, con una superficie de 1,4ha dedicada a la siembra de viandas. En esta se ha empleado tradicionalmente un sistema de manejo convencional, basado en la preparación intensiva del terreno con el uso de arados de discos, gradas de disco ligero y surcador SA-3, con empleo de fertilización mineral. Se emplea riego por aspersión.

En la Tabla 1 se muestra la composición granulométrica promedio del suelo de las parcelas de muestreo y el contenido de materia orgánica determinado por el método Colorimétrico basado en la oxidación de la materia orgánica por el dicromato de potasio en un medio ácido aprovechando el calor producido por la dilución del ácido sulfúrico concentrado (NC 51, 1999).

Tabla 1. Composición granulométrica promedio y contenido de materia orgánica del suelo de las parcelas de muestreo

Sistemas de manejo	Composición granulométrica promedio del suelo (%)			MO (%)
	Arena	Limo	Arcilla	
I	8,1	26,3	65,6	3,6
II	8,0	26,3	65,7	2,55
III	8,1	26,1	65,8	2,33

En cada área fue determinada la infiltración mediante el método de anillos concéntricos (Cid, 1988). Para cada tratamiento las pruebas se realizaron utilizando tres pares de anillos concéntricos con diámetros de 28/53 cm, 30/55 cm y 32/57 cm. La altura de los anillos fue de 25 cm con un borde biselado para su mejor introducción en el suelo. Cada anillo se introdujo en el suelo hasta una profundidad de 10 cm y nivelado según los procedimientos indicados en la Norma cubana NC 147 (2014).

Los datos obtenidos de las pruebas de campo fueron ajustados según el modelo propuesto por Kostiakov en 1932 descrito por Delgadillo & Pérez (2016), para determinar la velocidad de infiltración acumulada mediante la expresión matemática:

$$I_{cum} = At^B \quad (1)$$

Donde:

I_{cum} = infiltración acumulada

t = tiempo de infiltración

A y B = constantes empíricas que varían con cada tipo de suelo. Los valores de los coeficientes A, B y r^2 (Ecuación de la línea de tendencia), se obtienen mediante la hoja de cálculo de Microsoft Excel.

La velocidad de infiltración instantánea se definió a partir de la expresión matemática:

$$V_{ii} = \frac{d}{dt} = (At^B) = ABt^{B-1} \quad (2)$$

Al momento de la prueba en cada área se determinó la humedad del suelo (% peso del suelo seco) por el método gravimétrico NC 110 (2001) y la densidad aparente (d_a) en ($g\ cm^{-3}$) por el método del anillo NC ISO 11272 (2003). Se tomaron muestras aparentemente no alteradas con ayuda de un cilindro biselado en el extremo, el cual posee un volumen de $98\ cm^3$. En cada área se realizaron pruebas para medir la compactación, para ello se ubicaron 20 puntos distribuidos de forma aleatoria, donde se midió la resistencia a la penetración ($kg\ cm^{-3}$), con el Penetrómetro de cono de lectura directa Eijkelkamp, según procedimiento descrito

en el manual de intrusiones del equipo (Eijkelkamp Agrisearch Equipment, 2013).

Se estableció una comparación entre los sistemas de manejo para las variables resistencia a la penetración ($kg\ cm^{-3}$), velocidad de infiltración básica y el tiempo en que esta se logra. Para determinar si existía diferencia entre los tipos de manejo estudiados se utilizó la prueba de comparación de varias muestras y las medias se compararon mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD para $p \leq 0,05$, con el programa estadístico Statgraphics Plus en ambiente Windows.

Para la infiltración básica, los tratamientos se estableció una comparación de muestras dos a dos (I vs II; I vs III y II vs III) y se utilizó la prueba t-Student, a un nivel de $\alpha=0,05$.

Los datos de resistencia a la penetración para todas las profundidades, al no cumplir con los supuestos de normalidad, fueron transformados mediante la ecuación:

$$X = \log x \quad (3)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos con la medición de la densidad aparente y humedad del suelo en las parcelas de muestreo. Se puede apreciar que las áreas bajo los sistemas de manejo I y II presentaron valores bajos en los primeros 15 cm de profundidad no ocurriendo así para el área bajo el sistema de manejo III. En todos los casos este indicador aumenta con a profundidad, encontrándose valores que los ubican en la categoría de media.

Las áreas bajo los sistemas de manejo I y II presentaron valores de humedad superiores a los encontrados en el área bajo el sistema de manejo III, condición que pudiera estar relacionado con el bajo contenido de materia orgánica en el suelo (2,33%), el tiempo que pasa el suelo descubierto y la mayor frecuencia de labores agrícolas que se realizan en estas, lo cual ejerce incidencia directa sobre la estructura y estabilidad de los agregados, propiedades que provocan afectación en la porosidad del suelo (Cid et al., 2021). Para todas las áreas este indicador se incrementa con la profundidad.

Tabla 2. Valores de densidad aparente y humedad del suelo de las parcelas de muestreo

Sistemas de manejo	Da ($g\ cm^{-3}$)		Humedad (p.s.s %)	
	0-15 cm	16-30 cm	0-15 cm	16-30 cm
I	1,14	1,22	32,46	32,46
II	1,17	1,32	34,02	34,25
III	1,24	1,28	17,01	19,4

La **Tabla 3**, muestra el comportamiento de la resistencia a la penetración, donde se observa diferencia significativa entre los sistemas de manejos para todas las profundidades, destacándose el tratamiento I, el cual alcanzó los más bajos valores. Resultados similares fueron reportados por **Blanco et al. (2017, 2021)**, quienes al estudiar este indicador en un suelo Pardo encontraron que para las parcelas tratadas con abonos orgánicos, la compactación en los primeros 20 cm de profundidad se encontraba por debajo de 20 kg cm⁻², mientras que en las no tratada alcanza un valor de 35,8 kg cm⁻², lo que permite valorar el efecto que tienen las prácticas de mejoramiento de suelo en este indicador.

Los sistemas de manejo II y III presentaron diferencias estadísticas entre sí, en ambos casos se evidencian signos de compactación desde las capas superficiales que se incrementa con la profundidad. Este comportamiento que puede estar relacionado con las prácticas de preparación de suelo (rotura, cruce y pase de grada) empleadas en ambos casos, las cuales pueden llegar a modificar el estado de algunos indicadores como la estructura, densidad aparente y la porosidad.

Se conoce que el uso excesivo de maquinarias agrícolas aumenta la densidad aparente en la parte superficial del suelo reduciendo el tamaño de los poros, lo cual acelera la compactación del suelo y con ello provoca efectos negativos en la infiltración (**Patiño et al., 2021; González, 2022**).

Al respecto **Hernández et al. (2014); Rosales et al. (2020)** y **Sarmientos, Peña & Medina (2022)**, plantearon que la producción agrícola continua induce cambios en las propiedades físicas del suelo, y describen el aumento de la compactación como unos de los efectos más notable que induce el uso del laboreo convencional con el arado y la grada de discos, elementos que confirman el comportamiento encontrado en el suelo con los diferentes sistemas de manejo estudiados.

En las **Figura 1 y 2** se muestra el comportamiento de la infiltración acumulada e instantánea en el suelo para los diferentes manejos estudiados, observándose que en todos los casos este indicador sigue el patrón general esperado, según lo descrito por **Cid (1988)** y **Rosales et al. (2020)**.

El área donde se empleó el sistema de manejo basado en el uso de la tracción animal para la preparación del terreno y se aplica abono orgánico (I), mostró los mayores valores, comportamiento que guarda relación con el mayor contenido de materia orgánica (3,6%) y los menores promedios de densidad aparente (1,14 g.cm⁻³) del suelo (**Tabla 1 y 2**), elementos que ejercen una influencia

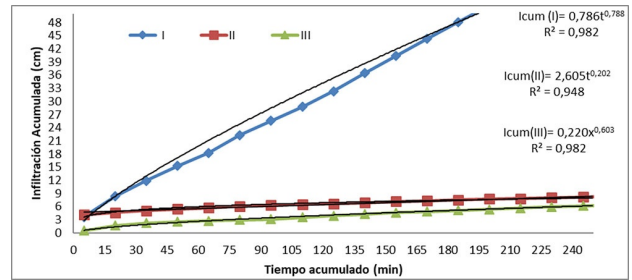


Figura 1. Infiltración acumulada en suelo Pardo del Valle de Guantánamo bajo diferentes manejos.

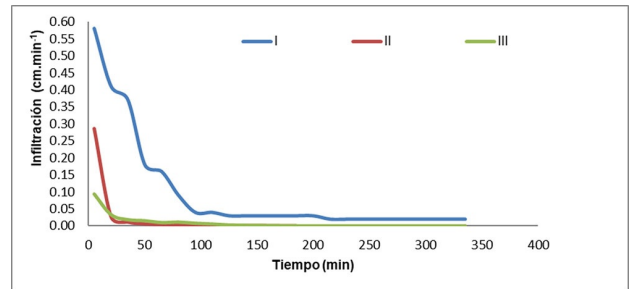


Figura 2. Curva de infiltración instantánea en suelo Pardo cálcico del Valle de Guantánamo bajo diferentes manejos.

directa sobre la estructura y estabilidad de los agregados, propiedades que actúan sobre la porosidad del suelo, la cual es la base para una alta infiltración (**Cid et al., 2021**).

En las áreas donde se aplican los sistemas de manejo II y III, los valores promedio de la lámina acumulada, no sobrepasaron los 1,5 cm/h, comportamiento que evidencia los bajos promedios de infiltración instantánea, lo cual está en correspondencia con los altos valores de densidad del suelo y de resistencia a la compactación además del bajo contenido de materia orgánica, que presenta el suelo de estas áreas.

Al respecto, **Domínguez (2022)** destaca que una mayor infiltración y almacenamiento del agua se asocia con una baja densidad aparente y altos contenidos de materia orgánica, lo cual explica el comportamiento que presenta este indicador en cada uno de los tratamientos analizados.

La **Tabla 4** muestra los parámetros de las ecuaciones de infiltración acumulada e instantánea y los valores de la infiltración básica del suelo bajo los sistemas de manejo estudiados. Se observa diferencias significativas entre las variantes analizadas, destacándose el área donde se utiliza el tratamiento I, con una mayor infiltración básica, con valores medios que se diferenciaron significativamente del resto de los tratamientos analizados,

Tabla 3. Resistencia a la penetración (kg cm²) en suelo Pardo cálcico del Valle de Guantánamo con diferentes manejos

Profundidad (cm)	Tratamientos			ES
	I	II	III	
0-20	11,44 a	27,07 b	34,43 c	0,0048 *
21-40	20,99 a	36,2 b	50,68 c	0,0009 *
41-60	31,84 a	62,41 b	72,78 c	0,0054 *
61-70	40,73 a	72,69 b	80,57 c	0,006 *

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren entre sí para prueba de comparación múltiple de Tukey HSD para $p \leq 0,05^*$.

Tabla 4. Parámetros de la ecuación de Kostiakov y valores de infiltración básica en suelo Pardo cálcico del Valle de Guantánamo con diferentes manejos

Sistemas de manejo	Parámetros					Infiltración básica (cm min ⁻¹)	Intervalos de confianza	Sign p para p ≤ 0,05
	A _{inst}	B _{inst}	A _{acum}	B _{acum}	B _{acum}			
I	0,619	-0,212	0,786	0,788	0,788	0.192	+/- 0,00108386	*
II	0,526	-0,798	2,605	0,202	0,202	0.010	+/- 0,00054192	*
III	0,132	-0,397	0,22	0,603	0,603	0.018	+/- 0,00614318	*

comportamiento que puede ser atribuido a las prácticas agroecológicas, como el empleo de abonos orgánicos, asociación con leguminosas y restitución de restos de cosechas, las cuales influyen en el incremento de la materia orgánica del suelo según [Castillo & Óscar \(2022\)](#), mejoran la estructura y la porosidad de acuerdo a [Béjar et al. \(2021b\)](#), lo que influye en la entrada del agua en el suelo.

Los resultados encontrados están en correspondencia con los reportados por [Béjar et al. \(2021a\)](#), quienes encontraron los mayores valores de infiltración en los sistemas agrícolas que contribuyen con la conservación de la salud del suelo. Igualmente, [Sánchez et al. \(2006\)](#) y [Blanco et al. \(2017\)](#), resaltaron los cambios positivos que ocasionaron el uso de prácticas de mejoramiento y conservación de suelo en un agroecosistemas del Valle de Guantánamo, las cuales proporcionaron una mayor porosidad, aeración, disminución de la compactación y aumento de la infiltración del agua, que, de conjunto con el incremento de su fertilidad, permitieron elevar la capacidad productiva de suelo.

Los tratamientos II y III presentaron diferencia significativa para la infiltración básica, pero en ambos casos alcanzan valores por debajo de los valores típicos reportado para este tipo de suelo, contrario a lo encontrado para la parcela donde se emplea el sistema de manejo basado en el uso de la tracción animal y se aplica abono orgánico (I). En este sentido [Delgadillo & Pérez \(2016\)](#), al hacer referencia a los rangos de infiltración básica para diferentes tipos de suelo, indican que para los arcillosos estos varían entre 1 y 5 cm h⁻¹.

La tendencia mostrada por el suelo donde se emplea el sistema de manejo basado en la preparación con arado y gradas de discos y el empleo de la tracción animal (II) y el convencional (III), puede estar asociado a los mayores promedios de densidad aparente registrada hasta los 30 cm de profundidad, la cual induce cambios en la porosidad y el grado de compactación del suelo, producto del sistema de preparación utilizado.

Estudios realizados por [Herrera et al. \(2017\)](#) y [Rosales et al. \(2020\)](#), destacaron como el aumento de la densidad con la profundidad causa variaciones en la porosidad, efecto que atribuyen no solo a la tendencia natural de los suelos, al efecto producido en la compactación del suelo por los sistemas de preparación convencional empleados en la agricultura, sino también, a los encontrados al emplear herramientas de labranza como el arado y la grada de discos,

que al invertir el prisma del suelo, ejercen fuerza sobre la profundidad en que se apoyan, por lo que pueden llegar a compactar el suelo en esa profundidad.

De igual forma se ha reportado que la labranza en las parcelas cultivadas rompe la estructura del suelo aumentando la aireación y la porosidad, lo que resulta en un aumento de la capacidad de infiltración, sin embargo, a largo plazo, estas pueden generar agregados hidrofóbicos, pérdida de la materia orgánica, encostramiento, aumento de la densidad aparente, partículas finas y arcillas dispersas lo que puede ocasionar una disminución de la capacidad de infiltración ([Poulenard et al., 2004](#)).

Con relación a lo antes planteado [Martínez et al. \(2023\)](#), destacaron que el exceso de labranza y el cambio de uso del suelo, se encuentran dentro de las actividades agropecuarias que disminuyen la infiltración del agua en el suelo, debido al uso intensificado de métodos estáticos en los sistemas productivos que causan compactación, provocando colapso de las propiedades físicas del suelo como la densidad, espacio poroso y estructura ([Velázquez et al., 2020](#)).

Estudios desarrollados en áreas agrícolas de Guantánamo habían destacado las alteraciones que ocasionan en los indicadores físicos del suelo, el exceso de labranza, el uso de arado y gradas de disco y el mal manejo del riego [IAgric \(2018\)](#), y reportaron valores de compactación y densidad aparente para los primeros 20 cm de profundidad de 45,6 kg cm⁻² y 1,33 g cm⁻³ respectivamente, por lo que ratifican el efecto que ejerce esta tecnología en los indicadores del suelo.

Los resultados evidencian como las prácticas de manejo agrícola al que están sometidos gran parte de los suelos Pardos cálcicos del Valle de Guantánamo, alteran su capacidad de infiltración, debido a que su estructura es constantemente alterada por las actividades de labranza que modifican las propiedades físicas según [Lozano et al. \(2020\)](#), al disminuir su porosidad e incrementar la densidad aparente de acuerdo a [Béjar, Cantú, Yáñez, et al. \(2021\)](#), indicadores que inciden en el movimiento del agua en el suelo al regular la capacidad de infiltración.

CONCLUSIONES

La capacidad de infiltración de los suelos Pardo cálcicos del Valle de Guantánamo se ve limitada por las prácticas de manejo que se emplean, las cuales inducen a la compactación del suelo.

La utilización de sistemas de manejo de bajos insumos incrementó la capacidad de infiltración del agua y disminuyó la compactación en los suelos Pardo cálcicos del Valle de Guantánamo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Béjar, P. S. J., Cantú, S. I., González, R. H., Marmolejo, M. J. G., Yáñez, D. M. I., & Luna, R. E. O. (2021a). Effect of land use change and agricultural management on physical and hydrological properties of an Andosol in Uruapan, Michoacán. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 27(2), 323-335, ISSN: 2007-4018, Publisher: Universidad Autónoma Chapingo, Coordinación de Revistas Institucionales.
- Béjar, P. S. J., Cantú, S. I., Yáñez, D. M. I., & Luna, R. E. O. (2021b). Evaluación y predicción de la infiltración en un Andosol bajo diferentes usos de suelo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(7), 1171-1183, ISSN: 2007-0934, Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarías.
- Blanco, A., Fernández, I., Cintra, A., González, R., & Castillo, A. (2021). Modificación de algunos indicadores físicos de un suelo Pardo sialítico tratado con abonos orgánicos. *AgroGuaso*, 1(1). Universidad de Guantánamo. Recuperado de <https://agroguso.cug.co.cu>.
- Blanco, A., Fernández, I., Cintra, A., González, R., Videaux, M., Castillo, A., Mestres, D., Prieto, N., Calderón, D., Limeres, T., Pérez, J. M., Lafargue, M., & Carbonel, T. (2021). *Efecto del manejo y el cambio del clima en las propiedades de los principales suelos de la provincia Guantánamo* (Informe final del Proyecto P 211LH001057PNCT). Ministerio de la Agricultura, Instituto de Suelos UCTB Guantánamo.
- Blanco, A., Fernández, I., Cintra, A., Limeres, T., Cintra, M., Fuentes, J., Sánchez, R., Barzaga, A., & Castillo, A. (2017). Utilización de prácticas agrícolas como estrategia efectiva para mitigar la degradación de los suelos e incrementar la captura de carbono. *Agrisost*, 23(1), 28-36. ISSN: 1025-0247. Recuperado de <http://www.agrisost.reduc.edu.cu>.
- Castillo, R., & Óscar, A. (2022). Incremento en el contenido de materia orgánica del suelo con el uso de biomasa del cultivo, como estrategia para mantener altas productividades. *Palmas*, 43(1), 97-101. ISSN: 0121-2923.
- Castro, N. A., Rajadel, O. N., Prieto, J. L., & Calzada, A. (2021). Cambios en propiedades de suelos en entidad cañera y su incidencia en los indicadores agroindustriales. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 183-193. ISSN: 2661-6521.
- Cid, G., López, T., Herrera, J., & González, F. (2021). Variación de la densidad aparente para diferentes contenidos de agua en suelos cubanos. *Ingeniería Agrícola*, 11(2), 3-9. ISSN: 2306-1545.
- Cid, L.G. (1988). Aspectos generales sobre la infiltración de los suelos, Ed. Centro de Información y Documentación Agropecuario, La Habana, Cuba, 34p.
- Delgadillo, O., & Pérez, L. (2016). Medición de la infiltración del agua en el suelo. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA), Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarías y Forestales Universidad Mayor de San Simón (1st ed.), Cochabamba, Bolivia, 28p. Disponible en: <http://www.centro-agua.org>.
- Domínguez, S. (2022). Cambios en las propiedades físico y químico de un Acrisol con diferentes usos. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, [Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias], Campus Tabasco, México, 92p.
- Eijelkampgriserch Equipment (2013). 0.6.01 Hand Penetrometer, [en línea], Disponible en: www.eijelkamp.com.
- González, K. (2022). La compactación del suelo, un fenómeno que afecta a la productividad, Disponible en: <https://www.tecnologiahorticola.com>.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, I. D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba, Ed. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 91p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Hernández, J. A.; Díaz, M. M., & Benítez, B. Y. (2014). Degradación de las propiedades de los suelos Ferralíticos rojos lixiviados de la llanura roja de La Habana, por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento, Ed. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. ISBN: 978-959-7023-66-1.
- Herrera, J., Martínez, J. A., Rodríguez, A., & Cid, G. (2017). Efecto de dos sistemas de labranza sobre la infiltración en suelos Ferralíticos Rojos, *Ingeniería Agrícola*, 7(4), 3-10. ISSN: 2306-1545.
- IAgric. (2018). Valoración de los impactos de las tecnologías de preparación de suelo y del uso de energías renovables en diferentes sistemas productivos, Proyecto Ramal P131LH0010007, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, 57p.
- Limeres, T., Borges, O., Cintra, A., Fernández, I., Blanco, A., Aguilar, Y., Selles, M.E., Matos, B.Y.;Basa, R. & Veranes, E. (2015). Manejo sostenible de Tierra en Guantánamo. Experiencia y desafíos, Informe Final Proyecto 1,183p., Ed.JP impresores. ISBN 978-958-300-111-3.
- Lozano, S., Olazo, J., Pérez, M. I., Castañeda, E., Díaz, G. O., & Santiago, G. (2020). Infiltración y escurrimiento de agua en suelos de una cuenca en el sur de México. *Terra Latinoamericana*, 38(1), 57-66. ISSN: 0187-5779.
- Martínez, S., Cantú, S., Yáñez, D., González, R., & Béjar, P. (2023). Reservorio de carbono y nitrógeno en un suelo Cambisol bajo dos usos de suelo en Linares, Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 14(79), 4-30. ISSN: 2007-1132.
- Marzo, Y., & Gómez, L. M. (2023). Evaluación del potencial hídrico superficial de la cuenca Guantánamo-Guaso, Cuba. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 15(6), 255-310. ISSN: 2007-2422.
- NC 110. (2001) Calidad del suelo. Determinación de la humedad del suelo. Método gravimétrico. ICS:

- 13.080, ser. 13.080 NC 110:2001, Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba, 9p., Vig. de 2001.
- NC 147. (2014). Calidad del suelo. Determinación de la velocidad de infiltración. ICS: 13.080.20, ser. NC 147:2014, Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba, 6p., Vig. 2014.
- NC 51. (1999). Calidad del suelo. Análisis químicos. Determinación del por ciento de Materia orgánica, ser. NC 51:1999, Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba, 6p., Vig. 1999.
- NC ISO 11272. (2003). Calidad del suelo. Determinación de la densidad aparente base suelo seco, ser. NC ISO 11272:2003, Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba, 12p., Vig. de 2003.
- Paneque, P. V. M., & Calaña, J. C. (2015). *Abonos Orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación* (p. 54). Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF, Mayabeque).
- Patiño, S. (2021). Evaluación del efecto del uso del suelo sobre sus propiedades hidrofísicas en ecosistemas páramo asociada a los servicios de suministro y regulación hídrica. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico mecánicas. [Tesis en opción al título de Máster en Ingeniería Civil], Escuela de Ingeniería Civil, Bucaramanga, Colombia, 140p.
- Peña, A., Delgado, R., Sierra, M., Bezanilla, A., Savón, Y., & Rodríguez, L. (2023). Sensibilidad del WRF en topoclimas del oriente de Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 29(4), 1-11. ISSN: 0864-151X.
- Ponce De León, D. (2006). Las reservas de carbono orgánico de los suelos minerales de Cuba, Aporte metodológico al cálculo y generalización espacial. [Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias], Universidad Agraria de la Habana (UNAH), La Habana, Cuba, 99 p
- Poulenard, J., Michel, J. C.; Bartoli, F., Portl, J. M. & Podwojewski, P. (2004). Water repellency of volcanicash soils from Ecuadorian páramo. Effect of water content and characteristics of hydrophobic organic matter, *European Journal of Soil Science*, 55(3), 487-496, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2004.00625.x>.
- Ramírez, R., Leiva, E., & Restrepo, R. (2021). Materia orgánica particulada y mineralogía de un Andisol bajo labranza y barbecho. *Acta Agronómica*, 70(4). ISSN: 0120-2812, <https://doi.org/10.15446/acag.v70n4.80861>.
- Rosales, L., Pérez, M., Herrera, J.; González, J. A. & Cid, G. (2020). Efecto del manejo del suelo sobre la infiltración en un suelo Ferralítico Rojo compactado, *Revista Ingeniería Agrícola*, 10(4), 20-30. ISSN-2306-1545.
- Sánchez, I., Cintra, M., Joubert, O., Ceballos, D.; Lobaina, P.; Herrera, R., Mansfarroll, D.; Alcántara, A., Montero, D., Terrero, J., & Carménate, N. (2006). Utilización de los residuales de la Empresa Azucarera Argeo Martínez, en el fertirriego de la caña de azúcar y su impacto en el medio ambiente, Informe final de Proyecto PT0247, Programa desarrollo Agropecuario, Estación de suelos Guantánamo, 34p.
- Sarmiento, G., Peña, J., & Medina, H. (2022). Impacto de tres sistemas de labranza en la fertilidad de un suelo Entisol en zonas áridas. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 38(1), 104-113. ISSN: 0719-3882.
- Velázquez, I., Pérez, H., Sañudo, R., & Ruelas, R. (2020). Impacto del cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sobre las propiedades físicas y químicas del suelo en la localidad de la Alianza, Mapastepec, Chiapas. *Revista Forestal Baracoa*, 32(2), 86-91. ISSN: 0138