



Revista Ingeniería Agrícola

ISSN: 2306-1545

ISSN: 2227-8761

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Arcia-Porrúa, Dr.C. Javier; Herrera-Puebla, Dr.C. Julián
Primera aproximación de agrupamiento espacial de suelos para la gestión del agua con fines de riego
Revista Ingeniería Agrícola, vol. 13, núm. 3, e01, 2023
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586275623001>

- 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



SUELO

ARTÍCULO ORIGINAL

Primera aproximación de agrupamiento espacial de suelos para la gestión del agua con fines de riego

First approximation of spatial grouping of soils for water management for irrigation purposes

Dr.C. Javier Arcia-Porrúa¹, Dr.C. Julián Herrera-Puebla

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. A partir de criterios hidrológicos y algunas propiedades físicas e hidrofísicas del suelo, se realizó un agrupamiento de suelo para la gestión del agua con fines de riego formado por cinco grupos en los que agrupan veintidós tipos de suelo recogidos en el mapa 1:25000 según la clasificación genética de los suelos de Cuba, con esta información se creó una representación espacial de los cinco agrupamientos formados, que permite, de forma ágil su validación y corrección de forma tal que sirva de base fundamental en los servicios de que brinda el Instituto de Ingeniería Agrícola (IAgric), e incorporar éstos criterios a los programas de extensión en la agricultura cubana. Los agrupamientos presentados, se enriquecen con información química promedio de los diferentes grupos de suelos, y las principales limitaciones de éstos Se dan elementos básicos para un manejo fitotécnico más adecuado, el que se enriquece y puntualiza con las principales limitaciones de éstos.

Palara clave: Zonificación, Suelos, Agua, Riego.

ABSTRACT. Based on hydrological criteria and some physical and hydrophysical properties of the soil, a soil grouping for water management for irrigation purposes was made, formed by five groups in which twenty two types of soil were grouped, collected on the 1:25000 map according to the genetic classification of the soils of Cuba, with this information a spatial representation of the five formed groupings was created, which allows, in an agile way, its validation and correction in such a way that it serves as a fundamental base in the services provided by the Institute of Agricultural Engineering (IAgric), and incorporate these criteria to extension programs in Cuban agriculture. The groupings presented are enriched with average chemical information of the different soil groups, and their main limitations. Basic elements are given for a more adequate phytotechnical management, which is enriched and specified with their main limitations.

Keywords: Zoning, Soils, Water, Irrigation

INTRODUCCIÓN

El aumento de la demanda de alimentos, junto con los impactos generados por el Cambio Climático, presenta desafíos y oportunidades para el riego como herramienta de desarrollo. Con el nivel actual de la agricultura en Cuba, junto a la necesidad del incremento de las áreas bajo riego, que en la actualidad solo ocupan el 8,7 % del área cultivable en el país (Herrera et al., 2013).

La toma de decisiones con vistas a un manejo sostenible del agua con fines de riego, es aconsejable que se realice, te-

niendo en cuenta las principales propiedades de los suelos, lo cual también es válido como requisito indispensable para el manejo agroecológico de los suelos. Este conocimiento, permite expresar espacialmente la distribución de las principales características de las áreas agrícolas, y además permite dar los primeros pasos en una representación espacial de los suelos que los agrupe con fines de manejo del riego.

En Cuba se han realizado agrupamientos de suelos agroproductivos con diferentes escalas y fines, dirigidos a la agroproductividad

¹ Autor para correspondencia: Dr.C. Javier Arcia-Porrúa, e-mail: javierarcia54@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5458-3884>

Recibido: 12/01/2023.

Aprobado: 14/06/2023.

según Mesa et al. (1984) o al desarrollo específico de un cultivo (Ascanio & Sulroca, 1986). Herrera et al. (2021) propusieron un agrupamiento de los suelos cubanos factible de ser utilizado para la proyección a gran escala del riego y el drenaje, donde incluyeron propiedades físicas e hidráulicas, como la curva característica de humedad y la infiltración. Este agrupamiento solo tomo en cuenta la profundidad del perfil hasta los 50 cm, profundidad considerada por los autores, teniendo en cuenta la profundidad radicular de la mayor parte de los cultivos en Cuba de acuerdo con Herrera et al. (2021) como la mayor profundidad del perfil útil para el riego. Sin embargo, este agrupamiento no cuenta con una representación espacial.

El presente artículo, tiene como objetivo agrupar suelos con propiedades afines para la gestión del agua con fines de riego y brindar los elementos necesarios que permita su representación espacial, para con ello lograr, de forma ágil su validación y corrección y sirva de base fundamental en los servicios de que brinda el Instituto de Ingeniería Agrícola (IAgric), e incorporar éstos criterios a los programas de extensión en la agricultura cubana.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la actualidad nuestra agricultura emplea como bases para el manejo y uso del agua con fines de riego la información de referencia existente en perfiles de suelo, experticia o realización de toma de muestra para la validación de la información existente.

Para la elaboración del presente trabajo, se tomó como base los criterios desarrollados por Herrera et al. (2021), así como otra información de propiedades de suelos realizada por diferentes investigadores, llevando ésta a una base georreferenciada, apoyado en herramientas específicas como los sistemas de información geográfica (SIG), que mediante la conjunción de elementos lógicos y físicos, guardan y procesan datos georreferenciados con el fin de producir información útil, que sirva en la toma de decisiones.

Se tomó como criterio base, el porcentaje de área que ocupa cada subgrupo de suelo establecido por Herrera et al. (2021), según la clasificación genética según Hernández et al. (1999); Hernández et al. (1999) e Instituto de Suelos-Cuba (1979), y que corresponde al mapa de suelos de Cuba escala 1:25000. Posteriormente, se representó espacialmente en el mapa base de suelos escala 1:25000, lo que permitió la representación espacial de la información. En adición al trabajo anterior, en las diferentes zonas se tomó la información de 300 perfiles de suelos correspondientes al mapa 1:25000, calculándose los valores medios de algunas de las principales características químicas y físico-químicas para cada Agrupamiento de suelo, a ésta información procedente del mapa de suelo se sumó alguna información histórica, principalmente propiedades físicas de estudios realizados en Cuba por diferentes autores Cid et al, (2011, 2012); Klimer et al. (1980); Nakaidze & Simeón (1972); Simeón (1979, 1979) y Nakadidze & Simeón (1972).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Agrupamiento 1

Las unidades de suelos que forman este Agrupamiento, según Herrera et al. (2021), lo constituyen los Ferrítico púrpura, Ferralítico Cuarcítico Amarillo, Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado y Gley Ferralítico.

tico Cuarcítico Amarillo, Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado y Gley Ferralítico. La Tabla 1, muestra los porcentajes de incidencia de cada tipo de suelo dentro del Agrupamiento.

TABLA 1. Porcentajes de incidencia de cada tipo de suelo dentro del Agrupamiento

Grupo	Porcentaje	Tipo de suelo (según mapa 1:25000)
I	9,30	Ferrítico púrpura
	32,60	Ferralítico Cuarcítico Amarillo
	18,60	Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado
	39,50	Gley Ferralítico

Este Agrupamiento representa el 9,1 % del área con valor de uso para el riego, teniendo una distribución en la llanura Sur de Pinar del Río, Artemisa y Ciego de Ávila, con pequeñas extensiones en el Norte de Holguín y Centro de las Provincias Ciego de Ávila y Camagüey.

Los suelos de éste grupo están caracterizados por ser; arcillosos (con predominio del tipo ilita y caolinita), baja reserva de humedad, medianamente profundos, de color rojo púrpura y amarillo rojizo, pueden presentar problemas de compactación y concrecionamiento. El contenido de materia orgánica en los primeros 0-25cm de profundidad oscilan entre 2-4%, la acidez del suelo (pH) es variable, pues en los rojos y los compactados los valores son cercanos a lo neutro, pero no se manifiesta así para las variantes de concrecionaros y amarillentos donde los valores de 5,0-5,5 son frecuentes. Presentan una Capacidad de Cambio de Bases (CCB) entre 10-20 meq/100g, con un predominio del hierro en el complejo de intercambio, la saturación por bases puede encontrarse entre 50-70 %.

La Figura 1, muestra la distribución de los suelos perteneciente a este Agrupamiento. La Tabla 2, muestra los valores medios (profundidad 0-25cm) de alguna de las principales propiedades físicas y químicas de los suelos que componen el Agrupamiento 1.

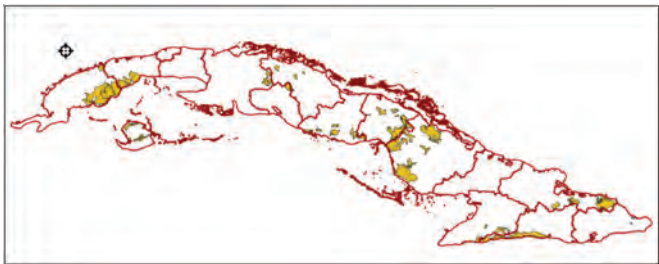


FIGURA 1. Distribución espacial de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 1.

Los factores que pueden limitar una mayor productividad del agua en estos suelos pueden ser, la compactación, pedregosidad, concrecionamiento y drenaje interno deficiente (para los amarillentos).

Algunas medidas relacionadas con su manejo y conservación pueden ser:

- Admite todas las alternativas de preparación profunda garantizando la ruptura de las capas compactadas.

- En el caso de los suelos amarillentos y gléyicos, admiten todas las variantes de preparación superficial acompañadas de la construcción de sistemas de drenaje y la no incorporación del subsuelo a capas superiores.
 - Control sistemático de la acidez del suelo, debido a que algunos de ellos ser muy propensos a la acidificación. Diagnóstico preliminar para reconocer estos suelos.
- Suelos medianamente profundos.
 - Estructura granular y bloques pequeños.
 - Se ubican en topografías altas, llanas y estables.
 - Generalmente de colores y tonalidades rojo intenso, rojizos y amarillentos.
 - Algunos tipos pueden presentar notables contenidos de concreciones y piedras en superficie.

TABLA 2. Algunos estadígrafos químicos y físicos de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 1

Estadígrafo	pH		MO	AH	Ca	Mg	Na	K	S	T	Da	C. C.	Arena	Arcilla	Limo
	H ₂ O	KCl	%			meq/100 g suelo					g cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³		%	
Promedio	6,5	5,5	3,64	3,54	12,43	3,16	0,35	0,39	16,33	19,77	1,26	0,37	66,83	32,72	19,14
Máximo	6,9	5,6	4,00	3,61	12,60	3,20	0,37	0,41	16,50	19,90	1,28	0,38	67,90	33,20	19,25
Mínimo	6,2	5,4	2,56	3,50	12,21	3,12	0,34	0,37	16,10	19,60	1,25	0,35	66,15	32,05	19,00
C.V.	0,315	0,098	0,494	0,038	0,192	0,035	0,010	0,015	0,171	0,089	0,476	0,011	0,623	0,458	0,075

Agrupamiento 2

Los tipos de suelos que forman este Agrupamiento, según Herrera et al. (2021), lo constituyen los Ferralítico Amarillento, Fersialítico Pardo Rojizo, Pardo Grisáceo y Aluvial. La Tabla 3, muestra los porcentajes que representa cada de cada tipo de suelo dentro del grupo.

TABLA 3. Principales tipos de suelo dentro del Agrupamiento 2

Agrupamiento	Porcentaje	Tipo de suelo (según mapa 1:25000)
II	20,00	Ferralítico Amarillento
	46,70	Fersialítico Pardo Rojizo
	16,70	Pardo Grisáceo
	16,70	Aluvial

Este Agrupamiento, representa alrededor del 22,3 % del área con valor de uso para el riego, teniendo una difusión en las provincias de Cienfuegos, Sancti Spíritus, llanura central de las provincias Camagüey y Las Tunas y en menor medida la vertiente Sureste de Pinar del Río.

Los suelos que componen éste agrupamiento, están representados por ser; arcillosos, profundos a medianamente profundos, de color rojo, amarillo rojizo y pardos, pueden presentar problemas de drenaje en los pertenecientes al tipo amarillentos. En suelos de éste Agrupamiento, es de esperar de forma general que con la disminución de la densidad aparente aumente la humedad del suelo a capacidad de campo. El contenido de materia orgánica en los primeros 0-25cm de profundidad oscilan entre 2,0-3,5%, la acidez del suelo (pH) es variable con predominio a ligeramente ácido (en el caso de los Aluviales dependiendo en gran medida del material de origen y en los Pardo grisáceos que oscila 5,5-6,5).

En la Tabla 4 se presentan algunas características de perfiles de suelos que representan éste grupo en la capa 0-25 cm.

TABLA 4. Algunos estadígrafos químicos y físicos de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 2

Estadígrafo	pH		MO	AH	Ca	Mg	Na	K	S	T	Da	C. C.	Arena	Arcilla	Limo
	H ₂ O	KCl	%			meq/100 g suelo					g cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³		%	
Promedio	6,91	5,70	2,56	0,97	10,80	7,26	0,42	0,31	18,79	21,70	0,21	0,43	54,50	41,83	22,60
Máximo	6,9	5,8	3,50	1,05	11,50	7,33	0,45	0,36	19,46	21,90	0,25	0,38	54,60	41,88	22,69
Mínimo	6,7	5,6	2,05	0,90	10,10	7,15	0,35	0,29	18,17	21,50	0,15	0,35	54,25	41,78	22,48
C.V.	0,138	0,095	0,448	0,050	0,496	0,062	0,033	0,024	0,469	0,125	0,043	0,011	0,157	0,032	0,069

Los factores que pueden limitar una mayor productividad en estos suelos pueden ser el drenaje interno ligeramente deficiente, con estacionamiento temporal de agua, los Aluviales pueden presentar enriquecimiento de arcilla en la parte media del perfil,

Algunas medidas relacionadas con su manejo y conservación pueden ser:

- En las zonas altas se recomienda la preparación del suelo con arados de disco o gradas pesadas.
- Uso opcional de subsolador y recogida de concreciones medianas y grandes por medios mecánicos.
- En zonas bajas similar preparación y manejo del suelo, pero acompañada de drenaje superficial.
- Se recomienda manejar éstos suelos con residuos orgánicos siempre que sea posible.

Diagnóstico preliminar para reconocer estos suelos

- Suelos ligeros en superficie (loam arenoso).
- Color superficial casi gris o pardo grisáceo.
- Manifestación de gley definido en profundidad, en el subtipo amarillento.



FIGURA 2. Distribución espacial de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 2.

Agrupamiento 3

Los tipos de suelos que forman este Agrupamiento, según Herrera et al. (2021), lo constituyen los Pardos con Carbonatos,

Fersialítico Pardo Rojizo y Gley Cuarcítico. La Tabla 5, muestra los porcentajes que representa cada de cada tipo de suelo dentro del grupo.

TABLA 5. Porcentaje de participación de los tipos de suelo dentro del Agrupamiento 3

Grupo	Porcentaje	Tipo de suelo (según mapa 1:25000)
III	17,60	Fersialítico Pardo Rojizo
	70,60	Pardos con Carbonatos
	11,80	Gley Cuarcítico

Este Agrupamiento, representa alrededor del 20.8 % del área con valor de uso para el riego, éstos suelos se encuentran distribuidos por casi toda el área agrícola nacional, aunque tienen cierta concentración en el Norte de las provincias de Pinar del Río y Artemisa y Ciego de Ávila, con pequeñas extensiones en el en el Norte de Holguín y la zona central de la provincia Guantánamo.

Los suelos de éste grupo están representados por ser; suelos arcillosos, medianamente profundos a poco profundos, de color pardo, en el caso de los Gley presentan problemas de drenaje lo cual es el factor que puede limitar su profundidad para el manejo. El contenido de materia orgánica en los primeros 25 cm de profundidad oscilan entre 3.0-5.0%, mientras que la acidez del suelo (pH) oscila entre 6 y 8, generalmente aumentando con la profundidad.

La Figura 3, muestra la distribución de los suelos perteneciente a este Agrupamiento. La Tabla 6, muestra algunas características de perfiles de suelos que representan éste Agrupamiento correspondiente a la capa 0-25 cm.



FIGURA 3. Distribución espacial de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 3.

TABLA 6. Algunos estadígrafos químicos y físicos de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 3

Estadígrafo	pH		MO	AH	Ca	Mg	Na	K	S	T	Da	C. C.	Arena	Arcilla	Limo
	H ₂ O	KCl	%								g cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³		%	
Promedio	7,2	6,3	3,74	2,52	50,75	6,05	0,40	0,61	57,81	58,92	1,19	0,46	51,52	47,06	22,72
Máximo	7,4	6,5	4,20	2,65	50,80	6,10	0,43	0,67	57,99	59,00	1,24	0,50	51,85	47,6	22,98
Mínimo	7,1	6,2	3,29	2,38	50,69	6,02	0,35	0,51	57,73	58,75	1,14	0,42	51,33	46,55	22,59
C.V.	0,095	0,111	0,338	0,119	0,032	0,028	0,026	0,058	0,091	0,083	0,032	0,034	0,182	0,415	0,145

Los factores que pueden limitar una mayor productividad en estos suelos pueden ser: poca profundidad efectiva, desbalance nutricional para los suelos sobre calizas (por el alto contenido en Ca), en el caso de los Pardos se localizan generalmente en relieves ligeramente ondulados, lo que puede limitar el manejo del agua para riego.

Algunas medidas relacionadas con su manejo y conservación pueden ser: que admite todas las alternativas de preparación de suelo poco profundas.

Diagnóstico preliminar para reconocer estos suelos

- Generalmente presentan colores claros.
- Son suelos poco profundos.
- Se ubican en posiciones llanas a ligeramente onduladas.
- Presencia de capas de gleyzación en superficie
- Agrupamiento 4.

Los suelos de suelos que forman este Agrupamiento, según Herrera et al. (2021), lo constituyen los Húmico Carbonatico, Oscuro Plástico Gleizado, Oscuro Plástico Gleizoso, Oscuro Plástico no Gleizoso y Gley Húmico. La Tabla 7, muestra los porcentajes que representa cada de cada tipo de suelo dentro del grupo.

TABLA 7. Porcentaje de participación de los tipos de suelo dentro del Agrupamiento 4

Grupo	Porcentaje	Tipo de suelo (según mapa 1:25000)
IV	11,80	Húmico Carbonatico
	21,10	Oscuro Plástico Gleizado
	60,50	Oscuro PlásticoGleizoso
	17,70	Oscuro Plástico no Gleizoso
	2,60	Gley Húmico

Este agrupamiento representa alrededor del 14,5 % del área con valor de uso para el riego, teniendo una difusión en la llanura Sur de Matanzas, Norte de las provincias Villa Clara y Sancti Spíritus, y el centro de la provincia Granma, así como en otras zonas en el resto del país y en relieve llanos.

Los suelos de éste grupo están representados por ser; suelos de alto contenido de arcillas, profundos, de color oscuro a negro, pueden presentar problemas de importantes de mal drenaje, en algunas regiones suelen estar asociados a problemas de salinidad, sobre todo cuando se ubican en las cercanías de las costas o estuvieron afectados por mantos freáticos salinizados. Debido al alto arcillamiento y la estructura prismática desarrollada en épocas de lluvia, se produce un régimen pseudohidromórfico de estacionamiento superficial temporal.

Los contenidos de materia orgánica en los primeros 25 cm de profundidad es elevado, aunque en ocasiones por la presencia de fuerte gritas (característico de éstos suelo) puede presentar contenidos de materias orgánica elevados a 30-40 cm, la acidez del suelo (pH) es variable, aunque siempre por encima de 7.

La Figura 4, muestra la distribución de los suelos perteneciente a este Agrupamiento y la Tabla 8, se muestra algunas características de perfiles de suelos que representan éste Agrupamiento.

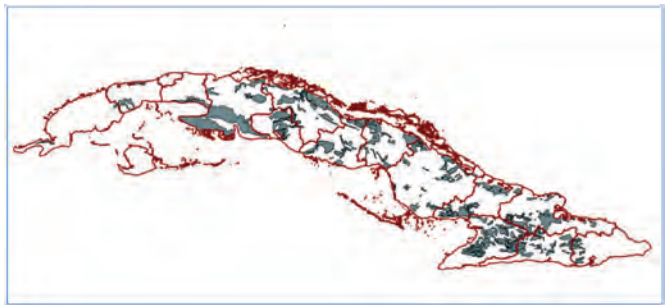


FIGURA 4. Distribución espacial de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 4.

TABLA 8. Algunos estadígrafos químicos y físicos de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 4

Estadígrafo	pH		MO	AH	Ca	Mg	Na	K	S	T	Da	C. C.	Arena	Arcilla	Limo
	H ₂ O	KCl	%			meq/100 g suelo					g cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³	%		
Promedio	7,4	6,1	2,95	1,81	41,67	14,67	0,56	0,81	57,63	59,35	1,19	0,46	51,45	48,71	22,87
Máximo	7,8	6,3	3,4	2,40	42,80	17,90	0,80	0,90	61,30	59,60	1,24	0,50	51,62	49,80	23,50
Mínimo	7,1	5,9	2,6	1,23	39,00	12,60	0,42	0,65	53,48	58,99	1,10	0,41	51,30	47,33	22,50
C.V.	0,230	0,170	0,249	0,482	1,291	2,002	0,171	0,116	2,797	0,214	0,049	0,037	0,112	0,753	0,327

Los factores que pueden ser limitativos son: alto arcillamiento y presencia de grietas profundas, deficiente drenaje superficial e interno. Algunas medidas relacionadas con su manejo pueden ser: atender cuidadosamente el drenaje de estos suelos, sobre todo cuando las áreas están próximas a las costas, garantizar drenaje interno mediante el uso del “topo”.

Diagnóstico preliminar para reconocer estos suelos

- Se ubican en topografías llanas.
- Presencia de grietas profundas.
- Presencia de “gilgai”.
- Colores oscuros a negro
- Estructura en bloques angulares y prismáticos.

Agrupamiento 5

Las unidades de suelos que forman este Agrupamiento, según Herrera et al. (2021), lo constituyen los Ferralítico Rojo y Aluvial. La Tabla 9, muestra los porcentajes que representa cada de cada tipo de suelo dentro del grupo.

TABLA 9. Porcentaje de participación de los tipos de suelo dentro del Grupo 5

Grupo	Porcentaje	Tipo de suelo (según mapa 1:25000)
V	24,60	Ferralítico Rojo
	14,80	Aluvial

Este Agrupamiento representa alrededor del 33,3 % del área con valor de uso para el riego, teniendo una amplia distribución en la llanura Sur Artemisa-Mayabeque-Matanzas y en la zona Centro-Sur de la provincia Ciego de Ávila.

Los suelos de éste grupo están representados por ser; suelos arcillosos, profundos, de color rojo y pardos claro (en el caso de

los aluviales). Los contenidos de materia orgánica en los primeros 25,cm de profundidad oscilan entre 2,0-5,0 %, la acidez del suelo (pH) por lo general inferior a 6,8, en los compactados los valores son ligeramente inferiores.

La Figura 5, muestra la distribución de los suelos perteneciente a este Agrupamiento y la Tabla 10, se muestra algunas características de perfiles de suelos que representan éste Agrupamiento (capa 0-25 cm).



FIGURA 5. Distribución espacial de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 5.

TABLA 10. Algunos estadígrafos químicos y físicos de los suelos pertenecientes al Agrupamiento 5

Estadígrafo	pH		MO	AH	Ca	Mg	Na	K	S	T	Da	C. C.	Arena	Arcilla	Limo
	H ₂ O	KCl	%								g cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³	%		
Promedio	6,5	5,5	3,64	3,54	12,43	3,16	0,35	0,39	16,33	19,77	1,32	0,40	64,43	30,33	23,97
Máximo	6,9	5,9	3,90	3,90	13,10	3,80	0,47	0,65	16,80	21,20	1,44	0,42	66,20	30,33	25,66
Mínimo	6,1	5,0	2,99	2,80	11,00	2,80	0,18	0,18	15,42	18,59	1,19	0,35	61,10	30,33	22,50
C.V.	0,288	0,373	0,324	0,447	0,748	0,354	0,116	0,207	0,438	0,929	0,094	0,025	1,599	0,000	1,522

Los factores que pueden ser limitativos son:

- En el caso de los suelos compactados, la presencia de un horizonte Bt que limite el manejo del agua para riego.
- Algunas medidas relacionadas con su manejo y conservación pueden ser; prácticamente no existen limitaciones para la gestión del agua para el riego.

Diagnóstico preliminar para reconocer estos suelos

- Se ubican en topografías llanas
- Suelos profundos
- Propensos a la erosión superficial
- De color rojo para los ferralíticos y pardos claro a gris para los aluviales.

Zonas bajas

La Figura 6, muestra espacialmente los suelos que no se consideraron con potencialidades para gestión del agua con fines de riego, éstos localizados en estas zonas llanas y próximas a las costas.

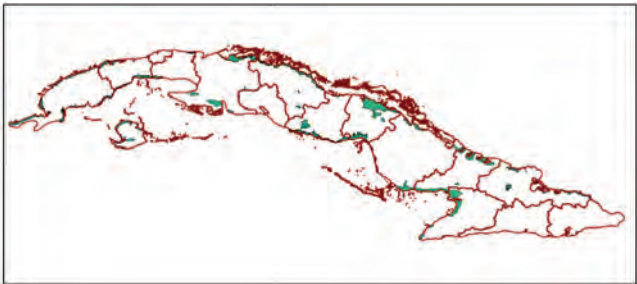


FIGURA 6. Distribución espacial de los suelos localizados en zonas bajas.

CONCLUSIONES

- Se presentan cinco agrupamientos de suelos representados espacialmente para la gestión del agua con fines de riego.
- La representación espacial de los Agrupamientos propuesto,

permite además del conocimiento taxonómico y el funcionamiento hídrico de cada uno, relacionarlo mediante los Sistemas de Información Geográfica con otras propiedades, lo que constituye una herramienta práctica y rápida para la mejor gestión del agua con fines de riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascanio, O., & Sulroca, F. (1986). *Nuevo agrupamiento agroproductivo de los suelos cañeros de Cuba*. En archivo del Dpto. de Suelos y Agroquímica del INICA, MINAZ, La Habana, Cuba.
- Cid, G., López, T., González, F., Herrera, J., & Ruiz, M. E. (2011). Propiedades físicas de algunos suelos de Cuba y su uso en modelos de simulación. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(2), 42-46, Publisher: 1986, Universidad Agraria de La Habana, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- Cid, G., López, T., González, F., Herrera, J., & Ruiz, M. E. (2012). Características físicas que definen el comportamiento hidráulico de algunos suelos de Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(2), 25-31, Publisher: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D., & Rivero, L. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. AGRINFOR, La Habana, Cuba, ISBN: 959-246-022-1.
- Hernández, J., Ascanio, A., & Morales, M. D. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos*. MINAG, La Habana, Cuba.
- Herrera, J., García, A., Cum, R., Rodríguez, M. R., Pujo, R., Cid, G., Cisneros, E., Alemán, C., & Roque, R. (2013). *Uso eficiente de sistemas de riego. Manual práctico sobre el riego de los cultivos*. MINAG-Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, MINAG, FAO, La Habana, Cuba, ISBN: 978-959-285-021-7.
- Herrera, J., López, G., Ruiz, M., & Cid, G. (2021). Agrupamiento hidrológico de los suelos cubanos. *Vol. 4 (Boletín Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo), XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo, Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba. Noviembre 11 al 16*, 11-16.
- Instituto de Suelos-Cuba. (1979). *Clasificación genética de los suelos de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, Cuba.
- Klimer, A. S., Suarez, O., Mesa, A., & Pena, J. (1980). Suelos de Cuba. En *Física del Suelo: Vol. Tomo II* (p. 28). Editorial Orbe, La Habana, Cuba.
- Mesa, A., Ascanio, O., Sulroca, F., & Rodríguez, C. (1984). *Nivel actual de las clasificaciones agroproductivas y agrologicas utilizadas en Cuba* (p. 19). Instituto de Suelos, La Habana, Cuba.
- Nakaidze, E. K., & Simeón, F. R. (1972). Características generales de las propiedades hidrofísicas de los principales suelos de Cuba. *Voluntad Hidráulica*, 10(23), 33-40.
- Nakaidze, E. K., & Simeón, F. R. (1972). Características de las propiedades hidrofísicas de los principales suelos de Cuba. *Voluntad Hidráulica*, 23, 33-40.
- Simeón, F. R. (1979). Características de las propiedades hidrofísicas de los principales suelos agrícolas de Cuba. *Voluntad hidráulica*, 16(49-50), 16-23.

Javier Arcia-Porrúa, Dr.C. Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf.: (53) (7) 645-1731; 645-1353, e-mail: javierarcia54@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5458-3884>

Julián Herrera-Puebla, Dr.C., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, (IAgric), Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf.: (53) (7) 645-1731; 645-1353, e-mail: julian.herrera@iagric.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1015-6661>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: J. Arcia-Porrúa. Curación de datos: J. Arcia-Porrúa, J. Herrera. Análisis formal: J. Arcia-Porrúa, J. Herrera. Investigación: J. Herrera. Metodología: J. Arcia-Porrúa, J. Herrera. Supervisión: J. Arcia-Porrúa. Redacción – borrador original: J. Arcia-Porrúa. Redacción – revisión y edición: J. Arcia-Porrúa, J. Herrera.

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.