

05

Fecha de presentación: septiembre, 2021

Fecha de aceptación: octubre, 2021

Fecha de publicación: diciembre, 2021

CENTRO DE INFORMACIÓN Y REFERENCIA DE SUELOS PARA LA ENSEÑANZA Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO EDAFOLÓGICO

SOIL INFORMATION AND REFERENCE CENTRE FOR THE TEACHING AND CONSERVATION OF SOIL HERITAGE

Rafael Más Martínez¹

E-mail: rafael.mas@inicavc.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8651-0655>

Emma Pineda Ruiz¹

E-mail: emma.pineda@inicavc.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9880-3060>

Yudith Viñas Quintero²

E-mail: yudith.vinas@inica.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0152-9187>

Rafael Villegas Delgado²

E-mail: rafael.villegas@inica.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3460-6938>

¹ Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Santa Clara. Cuba.

² Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Más Martínez, R., Pineda Ruiz, E., Viñas Quintero, Y., Villegas Delgado, R. (2021). Centro de información y referencia de suelos para la enseñanza y conservación del patrimonio edafológico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 41-48.

RESUMEN

La dispersión de la información y el escaso conocimiento de los suelos, constituyen uno de los principales retos que enfrentan en la actualidad las ciencias agrícolas. Numerosos han sido los estudios que se han realizado en Cuba, por las distintas personalidades e instituciones afines, todos en su época han contribuido al desarrollo de esta disciplina y constituyen el patrimonio edafológico del país. En muchas ocasiones, el desconocimiento de los resultados de estas investigaciones y el poco alcance a diferentes usuarios, pone en riesgo la pérdida de tan valiosa documentación. Se hace necesario la revisión, colección, estandarización y divulgación del saber científico sobre este recurso natural, con el fin de comprender mejor su formación, caracterización, clasificación y capacidad de uso sostenible a nivel local y regional. El trabajo tuvo como objetivo hacer una reflexión sobre la importancia del Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba en la enseñanza de esta materia, con las ventajas de ahorrar tiempo y recursos si se compara con los métodos tradicionales y su papel en la conservación del acervo edafológico, mediante el rescate de la información de los principales levantamientos realizados en el país. La factibilidad del establecimiento y desarrollo de estas entidades para la región quedó demostrada.

Palabras clave:

Cuba, colección de suelos, edafología.

ABSTRACT

The dispersed information and the limited knowledge of soils constitute one of the main challenges currently faced by agricultural sciences. Numerous studies have been carried out in Cuba by different personalities and related institutions, all in their time have contributed to the development of this discipline and constitute the edaphological patrimony of the country. In many occasions, the lack of knowledge of the results of these investigations and the limited access to different users, puts at risk the loss of such valuable documentation. It is necessary to review, collect, standardize and disseminate scientific knowledge on this natural resource in order to better understand its formation, characterization, classification and capacity for sustainable use at the local and regional level. This paper aims to reflect on the importance of the Soil Information and Reference Center of Cuba in the teaching of this subject, with the advantages of saving time and resources if compared to traditional methods and its role in the conservation of the edaphological heritage through the retrieval of the information of the main surveys conducted in the country. The feasibility of the establishment and development of these entities for the region was demonstrated.

Keywords:

Cuba, soil collection, edaphology

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural único, pero a veces ignorado en la puesta en práctica de políticas y la agenda de desarrollo, aun siendo el recurso principal que sustenta muchas de las economías mundiales.

Las evaluaciones generales de los recursos a nivel mundial, muestran a Latinoamérica como la región que tiene las mayores reservas de tierras utilizables para la agricultura de secano en el mundo (Durango, et al., 2019); sin embargo, los niveles de pobreza crítica y malnutrición se incrementan, la productividad de las tierras ya explotadas es cada vez menor, los problemas y riesgos de los cultivos por sequía y anegamiento se acentúan y crece la dependencia de los alimentos importados, para satisfacer los requerimientos de la población.

Un factor importante que contribuye a esta situación es el manejo inapropiado de los suelos, como consecuencia de la falta de información a que están sujetos los productores agrícolas y los que participan en la administración del espacio físico.

La dispersión de la información y el escaso conocimiento de los suelos se presenta, entre otras razones, por el alto costo de los estudios pedogénicos y por la escasa cantidad de profesionales que trabajan en el área; lo cual ha ocasionado que las prácticas de manejo agrícola de este recurso, se realicen sin conocer sus propiedades, que originan la presencia de degradación edáfica; sobre uso de insumos agrícolas y deficiente disposición de desechos, que generan problemas de contaminación al medio ambiente.

Desde el año 1966 el Centro Internacional de Información y Referencia de Suelos (ISRIC), como iniciativa de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS), ante la necesidad de diseminar y transferir información y tecnologías a escala mundial, crea el proyecto "NASREC" (Colección Nacional de Referencia de Suelos y Base de Datos), mediante el cual brinda asesoría técnica y ayuda financiera para el desarrollo de colecciones nacionales y su base de datos acompañantes, con énfasis, en países en desarrollo (*International Soil Reference and Information Centre*, 1995).

En Cuba, este trabajo se inició en 1991, teniendo como responsable del proyecto al Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y como sede del mismo a la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara. Se inauguró la colección en julio de 1994, en ocasión del XV Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo (*International Soil Reference and Information Centre*, 1995).

La creación de la Colección Nacional de Suelos de Cuba, constituyó un importante logro para el desarrollo de las ciencias agrícolas, por primera vez el país

cuenta con un centro donde se puede apreciar, en forma de monolitos, los principales suelos, acompañados de su caracterización física, química, mineralógica y climática de la región, fotos de paisajes, cultivo y una evaluación de las tierras, aspecto primordial para el futuro manejo de este recurso (Villegas, et al., 1995). La colección ha sido de gran beneficio para diferentes usuarios nacionales e internacionales.

El trabajo tuvo como objetivo hacer una reflexión sobre la importancia del Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba en la enseñanza de esta disciplina, con las ventajas de ahorrar tiempo y recursos si se compara con los métodos tradicionales y su papel en la conservación del patrimonio edafológico, mediante el rescate de la documentación de los principales levantamientos realizados en el país, demostrando la factibilidad del establecimiento y desarrollo de estas entidades para la región.

DESARROLLO

Los Centros de Información y Referencia de Suelos, son espacios organizados para exhibir perfiles de suelos, especialmente, colectados, preparados y preservados, a objeto de mostrar las propiedades de cada uno, considerado como representativo de un paisaje o de una unidad de tierra particular.

Las colecciones de suelos de referencia ofrecen, además de los perfiles, información relacionada con el clima, relieve, geología, geomorfología, uso de la tierra, así como las potencialidades y limitaciones de los suelos y de las unidades de tierra representadas.

Las columnas de suelos conservadas, denominadas monolitos, y los resultados de análisis físicos, químicos, biológicos, mineralógicos y otros, procedentes de muestras obtenidas de los sitios de extracción y la descripción morfológica de los perfiles (base de datos georreferenciadas), pueden ayudar en la toma de decisiones sobre la utilización y mantenimiento de los suelos, pero también para la comprensión y aprendizaje de los fenómenos naturales que le dieron origen. Dichos especímenes, apropiadamente conservados, apoyan, por lo tanto, la información producida por los inventarios edafológicos, así como la generada en estudios de preservación del recurso, de análisis de la producción agrícola, evaluación y planificación del uso de las tierras, entre otros. Son, además, herramientas de gran valor para la investigación, extensión y la enseñanza y así mismo, un valioso apoyo para los productores agrícolas y el público en general (Torres & Madero, 2007).

En el establecimiento de la colección de suelos de Cuba se utilizó el procedimiento del monolito de Van Baren & Bomer (1982), que utiliza como agente impregnante laca de base nitrocelulosa y la metodología de Martínez & Torres (2001), que emplea la cola blanca o acetato.

La descripción de los perfiles se realizó acorde a la guía para la descripción y codificación de datos (Van Waveren & Bos, 1988).

Se tomaron muestras de suelos por horizontes, que fueron caracterizadas utilizando los procedimientos para análisis de suelo del ISRIC y se determinaron textura, densidad aparente, grado de acidez (pH H₂O y KCl), conductividad eléctrica, curvas de tensión-humedad, carbono orgánico, cationes cambiabiles (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ y Na⁺), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y mineralogía de las arcillas.

Las clasificaciones de los perfiles que conforman la colección fueron correlacionadas con las nomenclaturas de suelos nacionales e internacionales usadas en la actualidad (USDA Soil Taxonomy, 2014; Hernández, et al., 2015; IUSS Working Group WRB, 2015).

Las bases de datos asociadas a los monolitos fueron capturadas en el sistema de Información de suelos del ISRIC (ISIS), para su mejor acceso y utilización.

El centro ha llevado a cabo un apoyo fundamental en el inventario del recurso tierra, mediante la recopilación de los diferentes estudios y levantamientos de suelos, desde las clasificaciones morfológicas de series y familias, basadas en sus propiedades, hasta las nomenclaturas actuales, fundamentadas en los horizontes, características y materiales de diagnóstico.

Por primera vez en Cuba se establece una exposición permanente de los suelos más representativos (23 monolitos), principalmente agrícolas, no sólo por razones de seguridad alimentaria, sino por la demanda creciente de tierras y aguas, recursos altamente demandados y escasos, particularmente, en lo relacionado a tierras de buena calidad. La colección representa un instrumento muy útil en la enseñanza de la edafología, ya que brinda una oportunidad única para que los estudiantes, productores y población en general, en un breve período de tiempo, reconozcan los principales suelos de la isla, sus horizontes y propiedades de diagnóstico, distribución, caracterizaciones físicas, químicas y morfológicas.

Toda esta información conjugada con la caracterización climática de la región y con la producción real y potencial de los cultivos, facilita el establecimiento de comparaciones entre las diferentes coberturas edafológicas y la mejor comprensión de sus procesos de formación y degradación en cada sitio (Figura 1). Ayuda, además, a la interpretación de las clasificaciones de suelos y las correlaciones que entre ellas existen. De esta forma se ahorra tiempo y recursos (combustible, transportación), si se compara con los métodos tradicionales de enseñanza de esta disciplina, donde en un día, solamente, podían apreciarse uno o dos perfiles en el campo y los estudiantes estaban expuestos a las adversidades del clima tropical.



Figura 1. Colección de Monolitos de Suelos de Cuba (CUBA-NASREC).

La colección manifiesta los principales procesos de formación de los suelos tropicales (Ferritización, Ferralitización, Fersialitización, Gleyzación, Sialitización en rocas carbonatadas y no carbonatadas, Humificación, Vertisolización, formación de suelos salinos y aluviales), resultado de la combinación de los diferentes factores de formación como el material parental o roca madre, clima, relieve o topografía, biota (plantas, animales, hombre) y tiempo.

Desde su creación hasta la fecha, el centro ha sido visitado por más de 90 000 usuarios de diferentes instituciones nacionales e internacionales y han podido actualizar sus conocimientos en materia de suelo y recursos ambientales. En la esfera educacional se han convocado cursos de capacitación, seminarios y conferencias a estudiantes, técnicos y productores, se han efectuado Talleres Nacionales sobre Clasificaciones de Suelos. Se han editado 10 compendios que resumen las principales características de los perfiles colectados y muestran un conjunto de recomendaciones para su mejor uso.

Estas acciones contribuyen a crear conciencia sobre el carácter perecedero de nuestro principal recurso natural y la necesidad de su conservación para la sostenibilidad de la agricultura y otras actividades humanas.

El Centro Nacional de Información y Referencia de Suelos ha contribuido a la colección, digitalización y divulgación de los principales estudios y levantamientos de suelos del país y constituye un museo de historia natural para la conservación del patrimonio edafológico.

También ha divulgado, mediante cursos de capacitación, las clasificaciones nacionales e internacionales empleadas en la actualidad, entre las que se encuentran: Clasificación de Suelos de Cuba 2015 (Hernández, et al., 2015); Taxonomía de suelos

norteamericana (USDA Soil Taxonomy, 2014); Base referencial mundial del recurso suelo 2014. Actualización 2015 (IUSS Working Group WRB, 2015)

En colaboración con especialistas de la Universidad Central de las Villas (UCLV) y el INICA se logró rescatar parte de las muestras originales del Levantamiento de Suelos de Cuba (Bennett & Allison, 1928), el mapa (1: 800 000) que acompaña el estudio, así como fotos y otros textos asociados, expuestos en el Cuba - NASREC (Figuras 2 y 3).

Para una mejor conservación y explotación de esta información, el mapa de suelos fue transformado a formato digital y la clasificación de series y familias se correlacionó con las clasificaciones usadas en la actualidad (Figura 4).

El rescate de las muestras de suelos originales del levantamiento de Bennett & Allison (1928), es un hecho de gran significación para el patrimonio edafológico en Cuba; se colectaron en una época donde, prácticamente, no se aplicaban químicos y constituyen patrones de referencia para estudiar su evolución en más de 90 años de explotación, así como para el desarrollo de proyectos relacionados con su degradación y contaminación por metales pesados.

La tabla 1 muestra un ejemplo de las correlaciones existentes entre la II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Cuba. Instituto de Suelos, 1975), la Clasificación de Suelos de Cuba 2015 (Hernández, et al., 2015), la Taxonomía de Suelo del Departamento de la Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 2014) y la Base Referencial Mundial (IUSS Working Group WRB, 2015) de los perfiles del centro. Estas correlaciones facilitan la transferencia de conocimientos y tecnologías.



Figura 2. Foto del levantamiento de suelos de Cuba, Bennett y Allison (1926-1928).



Figura 3. Mapa, textos, fotos y muestras de suelos originales del levantamiento de suelos de Bennett y Allison (1926-1928).

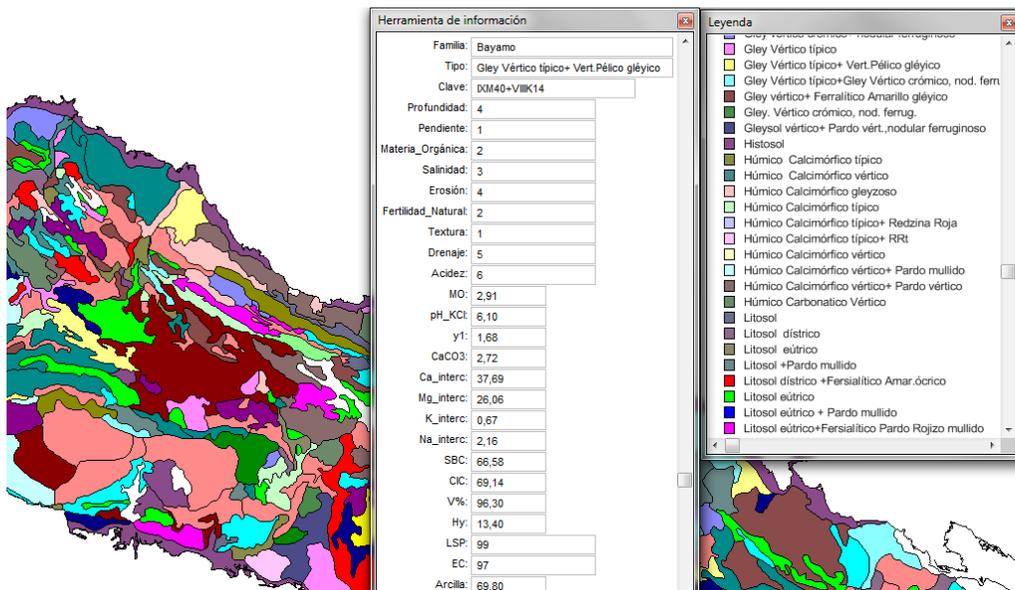


Figura 4. Mapa digital de suelos (correlación de la clasificación morfológica de series y familias, con la Nueva Versión de la Clasificación Genética de Suelos de Cuba).

Tabla 1. Correlación entre las clasificaciones nacionales e internacionales de los perfiles del Centro de Referencia de Suelos de Cuba.

Perfil	II Clasificación Genética Suelos de Cuba (1975)	Clasificación de los Suelos de Cuba (2015)	Taxonomía de suelo Soil Survey Staff (2014)	Base Referencial Mundial (2015)
CU01	Gley ferralítico típico	Gley Nodular Ferruginoso agrogénico eútrico	Ustic Endoaquert, arcilloso, montmorrilonítico, isohipertérmico	Gleysol Flúvico Eútrico
CU02	Ferralítico amarillento lixiviado	Ferralítico Amarillento Lixiviado arénico, nodular ferruginoso y gléyico	Oxyaquic Haplustepts, arcilloso, mezclado, isohipertérmico	Cambisol Ferrálico Eútrico
CU03	Ferralítico amarillento lixiviado	Ferralítico amarillento lixiviado gléyico – petroférico	Oxic Haplustepts, arcilloso, caolínico, isohipertérmico	Cambisol Ferrálico Crómico
CU04	Gley húmico típico	Gley Vértico agrogénico sin carbonatos	Ustic Endoaquert, arcilloso, montmorrilonítico, isohipertérmico	Gleysol Flúvico Eútrico
CU05	Ferralítico rojo típico	Ferralítico Rojo agrogénico	Rhodic Eustrustox, arcilloso, caolínico, isohipertérmico	Ferralsol Ródico Háptico
CU06	Pardo con carbonatos plastogénico	Pardo vértico medianamente lavado	Vertic Haplustepts, muy fino, montmorrilonítico, isohipertérmico	Cambisol Vértico Eútrico
CU07	Ferralítico rojo típico	Ferralítico Rojo agrogénico	Typic Eustrustox, arcilloso, caolínico, isohipertérmico	Ferralsol Ródico Háptico
CU08	Fersialítico pardo rojizo	Fersialítico Pardo Rojizo mullido carbonatado	Typic Haplustepts, arcilloso sobre limo, montmorrilonítico, isohipertérmico	Cambisol Eútrico Calcárico
CU09	Pardo sin carbonatos plastogénico	Pardo agrogénico sin carbonatos	Vertic Haplustepts, montmorrilonítico, fino, isohipertérmico	Cambisol Vértico Eútrico
CU10	Húmico carbonático típico	Húmico Calcimórfico mullido carbonatado	Typic Haplustoll, arcilloso sobre limo muy fino, montmorrilonítico, cálcico, isohipertérmico	Phaeozem Réndzico Calcárico

Perfil	II Clasificación Genética Suelos de Cuba (1975)	Clasificación de los Suelos de Cuba (2015)	Taxonomía de suelo Soil Survey Staff (2014)	Base Referencial Mundial (2015)
CU11	Pardo sin carbonatos plastogénico	Pardo agrogénico sin carbonatos	Lithic Haplustepts, muy fino, montmorrillonítico, isohipertérmico	Cambisol Léptico Eútrico
CU12	Ferralítico Amarillento Lixiviado típico	Ferralítico Amarillento Lixiviado agrogénico nodular ferruginoso	Typic Haplustox, arcilloso, mezclado, isohipertérmico	Ferralsol Háplico Xántico
CU13	Gley húmico típico	Gley Vértico agrogénico sin carbonatos	Typic Endoaquents, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Gleysol Flúvico Eútrico
CU14	Pardo con carbonatos típico	Pardo agrogénico carbonatado	Typic Haplustepts, montmorrillonítico, isohipertérmico	Cambisol Eútrico Calcárico
CU15	Solonchak típico	Solonetz Gléyico nodular ferruginoso	Aeric Halaquepts, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Solonetz Gléyico Háplico
CU16	Pardo con carbonatos secundarios	Pardo Mullido-Cálcico medianamente lavado	Typic Calciustoll, arcilloso montmorrillonítico, isohipertérmico	Kastanozem Cálcico Háplico
CU17	Pardo con carbonatos típico	Pardo agrogénico carbonatado	Typic Haplustepts, montmorrillonítico, isohipertérmico	Cambisol Eútrico Calcárico
CU18	Aluvial diferenciado	Fluvisol mullido eútrico	Vertic Haplustoll, montmorrillonítico, fino, isohipertérmico	Fluvisol Eútrico
CU19	Oscuro plástico gleysoso negro grisáceo	Vertisol Pélico Agrogénico medianamente lavado	Typic Haplustert, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Vertisol Pélico Ocrico
CU20	Oscuro plástico gleysoso negro	Vertisol Pélico Agrogénico medianamente lavado	Typic Haplustert, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Vertisol Pélico Ocrico
CU21	Oscuro plástico gleysoso gris amarillento	Vertisol Crómico Agrogénico Sódico	Sodic Haplustert, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Vertisol Sódico Crómico
CU22	Ferrítico púrpura concrecionario	Ferrítico Rojo Oscuro húmico desaturado	Anionic Acrudox, arcilloso, gíbsico, isohipertérmico	Ferralsol Ródico Férrico
CU23	Rendzina negra	Rendzina Negra agrogénico carbonatado	Leptic Haplustoll, arcilloso sobre limo fino, montmorrillonítico, cálcico, isohipertérmico	Phaeozem Réndzico Léptico

Mediante el intercambio y colaboración del Cuba-NASREC con otras entidades afines, entre ellos el ISRIC, el país ha podido actualizar los conocimientos en materia de suelos, acceder a bases de datos y sistemas automatizados especializados; sitios web destinados a la enseñanza de esta ciencia y el manejo de los cultivos; así como a otros servicios disponibles en internet relacionados con dicha disciplina.

A continuación, se muestran algunos de los sitios web y sistemas automatizados especializados:

<https://wsm.isric.org/> (Permite el acceso al Museo Virtual Mundial de Suelos en Wageningen, Reino de los Países Bajos)

<https://www.youtube.com/watch?v=OZ8oAqR9RiY> (Giras virtuales por otros museos de suelos del mundo).

<https://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/f31ac19f-67a4-4f64-94cc-d4f063ea9add> Base de datos SOTER (SOTER CUBA): Permite predecir las propiedades físicas y químicas del suelo en cualquier sitio de Cuba. Entre las primeras se encuentran textura (% de arena, limo y arcilla) de un suelo, entre las segundas encontramos pH en H₂O y KCl, capacidad de intercambio catiónico (CIC), contenido de carbono orgánico (materia orgánica), entre otras.

<https://soilgrids.org> (SoilGrids 2.0): Un sistema para el mapeo digital de suelos basado en la compilación global de datos de perfiles de suelos y capas ambientales con incertidumbre espacial cuantificada.

<https://trac.osgeo.org/osgeo4w/> (Permite el acceso a los siguientes software):

<https://qgis.org/es/site/> Sistema de Información Geográfica (SIG-QGIS): Software gratuito y libre con las ventajas de que no requiere un equipo (CPU) tan potente como otros SIG, se mantiene siempre actualizado, tiene tutoriales, videos explicativos y cursos online gratuitos para aprender a usarlo. Además, sus manuales están traducidos a varios idiomas <http://qgis.org/es/docs/index.html> QGIS tiene muchos módulos que pueden instalarse que le dan funcionalidades específicas extra, funciona sobre sistemas operativos basados en Linux, como Ubuntu y también sobre Windows.

<https://grass.osgeo.org/> GRASS GIS: comúnmente conocido como GRASS (Sistema de Soporte de Análisis de Recursos Geográficos), es un paquete de software de SIG de fuente abierta y gratuita, utilizado para la gestión y análisis de datos geoespaciales, procesamiento de imágenes, producción de gráficos y mapas, modelado espacial y visualización. GRASS GIS se usa, actualmente, en entornos académicos y comerciales en todo el mundo, así como también en muchas agencias gubernamentales y compañías de consultoría ambiental.

<http://trac.osgeo.org/gdal/wiki/SoftwareUsingGdal> (GDAL: es una biblioteca de traductores para formatos de datos geoespaciales rasters y vectoriales).

<https://www.earth-syst-sci-data.net/9/1/2017/essd-9-1-2017.html> WOSIS: Permite el acceso a [base de datos estandarizada de suelos del mundo](#) (Batjes, et al., 2017).

<http://www.r-project.org/> R: plataforma de análisis estadístico con herramientas gráficas muy avanzadas, es libre y gratuito (Malone, et al., 2017; Mas, 2018).

<http://www.rstudio.com> RStudio: Ambiente integral mejorado para R (R Development Core Team, 2016).

<http://nbcgib.uesc.br/lec/software/des/editores/tinn-r/en> TINN-R. Editor de texto libre, específicamente, diseñado para trabajar con ficheros scrip de R.

QUEFTS: Sistema automatizado que permite la evaluación cuantitativa de la fertilidad de los suelos tropicales (Yang, et al., 2017).

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429021000721>)

El acceso a estos sitios web y sistemas automatizados, facilita a los especialistas obtener información fresca sobre los avances de las ciencias del suelo en el mundo y aplicar todos estos conocimientos en

función del desarrollo agrícola del país, potencia la agricultura de precisión, como una herramienta para lograr la seguridad alimentaria y alcanzar el desarrollo sostenible. Al mismo tiempo nos permite estar más preparados para afrontar los nuevos retos y desafíos que se avecinan en un mundo, donde los efectos del cambio climático y la degradación de los suelos, son cada vez más notables.

CONCLUSIONES

El Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba es una oportunidad única para que estudiantes, investigadores, productores y público en general, puedan conocer los principales suelos, sus características diagnósticas, potencialidades y limitaciones.

El Cuba-NASREC constituye un museo de historia natural de gran importancia en el apoyo al inventario del recurso tierra y la conservación del patrimonio edafológico.

Los cursos de capacitación, seminarios, talleres impartidos y compendios editados, contribuyen a crear conciencia sobre el carácter perecedero del suelo y la necesidad de conservarlo para la sostenibilidad de la agricultura y otras actividades humanas.

El desarrollo de este centro permite el intercambio y colaboración con otras entidades afines, mantener actualizados a los diferentes usuarios y facilita el acceso a bases de datos, sistemas automatizados especializados; sitios web destinados a la enseñanza de esta ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batjes, N.H., Ribeiro, E., Van Oostrum, A., Leenaars, J., Hengl, T., & Mendes de Jesus, J. (2017). WoSIS: providing standardised soil profile data for the world, Earth Syst. Sci. <https://www.earth-syst-sci-data.net/9/1/2017/essd-9-1-2017.html>
- Bennett, H. H., & Allison, R. V. (1928). Los suelos de Cuba. Comisión Nacional Cubana de la UNESCO.
- Cuba. Instituto de Suelos. (1975). Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Serie de Suelos, 23, 1-25.
- Durango, S., Sierra, L., Quintero, M., Sachet, E., Paz, P., Da Silva, M., Valencia, J., & Le Coq, J.F. (2019). Estado y perspectivas de los recursos naturales y los ecosistemas en América Latina y el Caribe (ALC). 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 9. FAO.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. INCA.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., & Rivero, L. (1999). Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Editorial AGRINFOR.

- International Soil Reference and Information Centre. (1995). Bi-annual Report (1994-1995). ISRIC https://www.isric.org/sites/default/files/isric_bi-annual_report_1995_1996.pdf
- IUSS Working Group WRB. (2015). World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO.
- Malone, B., Minasny, B., & McBratney, A. (2017). Using R for Digital Soil Mapping. University of Sydney. Springer International Publishing Switzerland.
- Martínez, M., & Torres, S. (2001). Propuesta de una nueva metodología para la preparación e impregnación de monolitos de suelos. UCV-Facultad de Agronomía. Instituto de Edafología. Centro de Información y Referencia de Suelos.
- Mas, J.F. (2018). Análisis espacial con R. Usa R como un sistema de información geográfica. European Scientific Institute.
- R Development Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soil Taxonomy, 12th Edition. USDA Natural Resources Conservation Service. USDA.
- Torres, S., & Madero, L. (2007). El recurso suelo y los centros de información y referencia de suelos. Centro de Información y Referencia de Suelos (CIRS). Instituto de Edafología.
- Van Baren, J.H.V., & Bomer, W. (1982). Procedimientos para la Colección y Preservación de Perfiles de Suelo. Publicación Técnica No. 1. ISRIC.
- Van Waveren, E.J., & Bos, A.B. (1988). Guidelines for the description and coding of soil data. Technical Paper No. 14. ISRIC.
- Villegas, R., Kauffman, J.H., & Chang, R. (1995). Cuba NASREC Project: Establishment and Results. International Network on NASREC. http://library.wur.nl/isric/full-text/isricu_i14812_002.pdf
- Yang, F.Q., Xu, X.P., Wang, W., Ma, J.C., Wei, D., He, P., Pampolino, M.F., & Johnston A.M. (2017). Estimating nutrient uptake requirements for soybean using QUEFTS model in China. PLoSOne, 12.