

50 ANIVERSARIO DEL INSTITUTO DE SUELOS DE CUBA

Olegario Muñiz Ugarte

Resumen

En el presente artículo se resume el desarrollo, principales logros y desafíos de la Ciencia del Suelo en Cuba en los 50 años transcurridos desde la fundación del Instituto de Suelos, período en que tales estudios se acometieron de forma sistemática y metódica en el país. Se presentan los principales resultados. Entre ellos se mencionan, el desarrollo e introducción de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, en sus diferentes versiones; la Clasificación Agroproductiva de los Suelos de Cuba; el Mapa a escala 1: 25 000 de los Suelos de Cuba y el establecimiento de las bases del Servicio de Suelos que brindan a los agricultores, tanto el Instituto de Suelos como el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Con la desaparición abrupta del campo socialista europeo en el año 1990, se produjo un impacto negativo en la esfera científica del país y las instituciones sufrieron el deterioro de su infraestructura material, lo que obligó a realizar alianzas con otras instituciones científicas y académicas. En la actualidad, como quiera que la degradación de los suelos constituye el principal problema ambiental de Cuba, el país priorizó el establecimiento de programas dirigidos a la conservación y mejoramiento de los suelos. Por otra parte, el desarrollo de la Geomática ha contribuido significativamente a que la información edafológica sea cada vez más utilizada en la toma de decisiones. Finalmente, se señalan los desafíos a enfrentar y las tareas a ser abordadas en el futuro inmediato.

Palabras clave: Ciencia del Suelo, Cuba, logros, desafíos.

50 ANNIVERSARY OF SOIL INSTITUTE OF CUBA

Abstract

In this article, the development, main achievements and challenges of Soil Science in Cuba during the 50 years elapsed since Soil Institute foundation, period in which such studies were undertaken systematically and methodically, are summarized. The main results are presented. Among them, the development and introduction of the Genetic Classification of Soils of Cuba, in its various versions; the Agroproductivity Classification of Soils of Cuba; Map scale 1: 25,000 of Soils of Cuba and the establishment of the foundations that provide Soil Service to farmers, both the Soil Institute and the Research Institute of Sugarcane; are mentioned. With the abrupt disappearance of the European socialist bloc in 1990, there was a negative impact in the scientific institutions of the country and suffered his deterioration of physical infrastructure, forcing it to make alliances with other scientific and academic institutions. At present, and considering that degradation is the main environmental problem in Cuba, the country prioritized the establishment of programs for soil conservation and melioration. Moreover, the development of Geomatic has contributed significantly to the increasingly use of soil information

in decision-making. Finally, the challenges faced and the tasks to be addressed in the immediate future are mentioned.

Key words: Soil Science, Cuba, achievements, challenges.

Introducción

El año 2015 fue declarado por la Asamblea General de Naciones Unidas como Año Internacional de los Suelos y coincidentemente, se cumple el 50 Aniversario de la fundación del Instituto de Suelos de Cuba. Como quiera que el suelo es nuestro principal recurso natural y conociendo su estrecha relación con la producción de alimentos, el Cambio Climático y la prioridad que el gobierno cubano da a alcanzar la Seguridad Alimentaria; resulta oportuno y conveniente hacer un recuento del desarrollo de los logros y desafíos de la Ciencia del Suelo en Cuba, a partir de la fundación del Instituto de Suelos.

Antecedentes

Aunque existen algunos trabajos anteriores [1], el estudio con bases científicas de los suelos en Cuba tiene como antecedente principal el estudio de los suelos, con énfasis en aquellos dedicados al cultivo de la caña de azúcar, realizado por los científicos norteamericanos H.H. Bennett y R.V. Allison a fines de la década del 20 del siglo pasado y que concluyó con la publicación en 1928 del libro *The Soils of Cuba* donde establecen una clasificación de suelos sobre la base del Sistema Norteamericano de Series y Familias; así como la confección de un mapa a escala 1:800 000 de los Suelos de Cuba. Posteriormente Bennett continúa sus estudios, lo que da lugar a la publicación en el año 1932 de un segundo libro *Some New Cuban Soils*. De ambos libros existen traducciones al español [2,3]. Se considera que constituyen los principales y más profundos trabajos realizados en suelos tropicales en su tiempo [4] y fue el sistema empleado en Cuba hasta mediados de la década de 1960 [1]. Más aún, mantiene vigencia y valor de uso para científicos y especialistas, ya que posibilita evaluar comparativamente la evolución de los suelos cubanos en los más de 80 años transcurridos [5].

Período 1959-1990

Es a partir del triunfo de la Revolución Cubana en el año 1959, que los estudios edafológicos son acometidos de forma intensa y sistemática en el país, con la creación en 1964 de la Dirección de Suelos (poco después Dirección General de Suelos y Fertilizantes, DGSF) del entonces Instituto Nacional de la Reforma Agraria (INRA) actual Ministerio de la Agricultura (MINAG); y en ese mismo año, la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) crea el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), actualmente adscrito al Grupo Azucarero AZCUBA, donde se realizaron numerosas investigaciones en suelos

y fertilización vinculadas a las áreas plantadas con caña de azúcar; y en 1965 el Instituto de Suelos. También a partir de estos años, Universidades y centros de investigaciones del actual Ministerio de Educación Superior, dirigieron esfuerzos a estudios sobre manejo de suelos y uso de fertilizantes que contribuyeron a ampliar y profundizar los conocimientos sobre la temática [1,5].

A fines de la década de los años 70 del pasado siglo, surge adscrito a la DGSF, el Instituto de Investigaciones de Agroquímica y Mejoramiento de los Suelos (IIAMS) y en el año 1987, éste se fusiona con el Instituto de Suelos de la ACC bajo el mismo nombre y la dirección del MINAG.

La DGSF desarrolló en esos mismos años, una amplia red de laboratorios y Estaciones Experimentales a lo largo del país, dirigidas a la investigación del uso y manejo de los suelos agrícolas, con énfasis en el estudio de la fertilidad de los mismos y la fertilización de los cultivos, que permitieron el establecimiento a partir del año 1975 del llamado Servicio Pedólogo Agroquímico (SAQ), sistema que posibilitó la aplicación diferenciada de los fertilizantes minerales y enmiendas sobre la base del análisis químico de los suelos[5]. También en el INICA se creó una amplia red de estaciones y laboratorios encaminados a investigaciones sobre manejo y uso de fertilizantes, que con resultados de más de 3000 cosechas de caña de azúcar, en las más variadas condiciones edafoclimáticas, permitieron elaborar algoritmos que se emplean actualmente para la aplicación de fertilizantes en caña a través del Servicio de Recomendaciones y Enmiendas de Fertilizantes (SERFE) del Grupo AZCUBA [6].

Entre los años 1960 y 1980, se profundizó en la caracterización y cartografía de los suelos y en lograr una comprensión de su evolución en las condiciones tropicales y donde la aplicación a otras esferas (ejemplo: evaluación de tierras con fines agrícolas y ambientales) tuvo un marcado enfoque pedológico. Fueron años de un desarrollo impetuoso de la Ciencia del Suelo en Cuba, para lo cual se contó con asesoría soviética, china y francesa. Son muchos e importantes los resultados obtenidos en ese periodo, sobresaliendo el desarrollo e introducción de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, cuya segunda versión [7], resultó un notable aporte de los científicos cubanos y que fue empleada en la elaboración de diferentes mapas de suelos. Posteriormente se elaboraron otras versiones, la última aprobada, la Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba [8].

Otros resultados de importancia son: la Clasificación Agroproductiva de los Suelos de Cuba [9], que permitió establecer la categoría productiva de los suelos agrícolas del país para un total de 35 cultivos a partir de los factores limitantes de la misma; y el capítulo Suelos del Atlas Nacional de Cuba [10]. Pero sin lugar a dudas que el Mapa a escala 1:25 000 de los Suelos de Cuba [11], constituye la obra más importante (y hasta irreplicable según muchos) por el volumen de trabajo de campo realizado y la cantidad de información descriptiva y analítica acopiada: Se realizaron más de 72 000 perfiles de suelo a lo largo y ancho del país. De este mapa existe actualmente una versión totalmente digitalizada.

Período posterior a 1990

La desaparición abrupta del campo socialista europeo en el año 1990, provocó un impacto negativo en la esfera productiva y científica del país. En lo relacionado a la producción agropecuaria, la reducción en la disponibilidad de insumos, hizo que el país realizara un esfuerzo para transformar el sector agrícola nacional de alto consumidor de insumos externos a una agricultura de bajos insumos, mediante la aplicación de prácticas agrícolas autosuficientes en una escala sin precedentes [12].

Con este fin los resultados de la investigación han jugado un papel trascendental. Así, debido a la drástica reducción en la disponibilidad de productos químicos importados, los fertilizantes sintéticos se reemplazaron por biofertilizantes de producción nacional, humus de lombriz, *compost*, abonos verdes, otros fertilizantes orgánicos y rocas fosfáticas naturales y la integración con el pastoreo de animales. Los pesticidas químicos fueron sustituidos por bioplaguicidas y enemigos naturales para combatir las plagas de insectos. Se introduce el uso de variedades de plantas más resistentes y mejores métodos de rotación de cultivos. Muchos tractores fueron reemplazados masivamente por el tiro animal. Además, se desarrolla el muy exitoso movimiento de la Agricultura Urbana, que indudablemente ha jugado un papel importante en la producción de hortalizas frescas y condimentos en las áreas urbanas [5,12,13]. Como resultado de estas medidas, y otras de tipo organizativo, la escasez de alimentos fue superada, y la mayor parte de la población dejó de sufrir drásticas reducciones en el suministro de alimentos básicos.

En la esfera científica, todas las instituciones sufrieron el deterioro de su infraestructura material, lo que obligó a realizar alianzas con otras instituciones científicas y académicas, tanto del Ministerio de Educación Superior (MES), como del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), para la continuidad de las investigaciones en las nuevas condiciones. La descapitalización de la infraestructura material, principalmente de los laboratorios para el análisis de los suelos, se ha logrado revertir parcialmente en los años recientes. Esta situación unida al envejecimiento del personal de más experiencia y la preferencia de los jóvenes (a partir de la difícil década de los años 90) por estudiar carreras universitarias no agropecuarias, son dos serias debilidades que enfrenta la Ciencia del Suelo cubana a su arribo al Siglo XXI[5]. Situación que se agravó en los siguientes años y que constituye la principal amenaza que enfrenta la Ciencia del Suelo en la actualidad.

La Estrategia Ambiental Nacional (EAN) identifica a la degradación de los suelos como el principal problema ambiental de Cuba en la actualidad, con 76,8% de la tierras productivas afectadas por al menos un factor limitante de su productividad y por procesos que conducen a la desertificación. De acuerdo al Instituto de Suelos, existe 1.0 millón de ha que están afectados por la salinidad; 2.9 millones de ha por erosión de mediana a fuerte; 2,7 millones de ha, por deficiente drenaje; 1,6 millones de ha, por altos niveles de compactación; 2.7 millones de ha, por altos niveles de acidez y 4.7 millones de ha, por bajo contenido de materia orgánica [14]. Entre las causas más importantes se encuentran, el manejo inadecuado e inapropiado de nutrientes y del riego, el

monocultivo y las malas prácticas de manejo de los suelos y de la vegetación [14].

En la actualidad y el futuro inmediato en lo que respecta al uso y manejo de los suelos en Cuba, éste se apoya en el desarrollo de programas nacionales. En primer lugar, el Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS) [15]. Este programa, tiene como principal objetivo, detener y revertir el proceso de degradación de los suelos, mediante el resarcimiento de los gastos a las entidades productivas, por la ejecución de medidas simples de conservación y mejoramiento de los suelos, lo cual indudablemente constituye un incentivo que en la actualidad supera los 25 millones de pesos anuales y ha beneficiado, desde su comienzo en el pasado año 2001, un total de 1 millón ha [16]. Diferentes investigaciones relacionadas con el manejo y uso de estos suelos han tributado a este programa [17,18]. De igual forma, se aprobó el Programa de Asociación de País (CPP) con financiamiento combinado de 100 millones de USD del Gobierno de Cuba, el Fondo para el medio Ambiente Mundial (GEF) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) [19] y en el que se introduce paulatinamente el criterio de Manejo Sostenible de Tierras (MST), donde además del suelo, se considera, el agua, clima, bosque, el hombre y otros. De tal forma que se aborda la gestión integral de los recursos naturales [20].

Existen otros programas que actúan de forma sinérgica con el anterior, como son: el Programa Hidráulico Nacional; Programa Nacional de Cuencas Hidrográficas; Programa Nacional Forestal; Plan Turquino y El Programa de Acción Nacional (PAN) de Lucha contra la Desertificación y la Sequía [14,21].

Otro importante programa, es el Programa Nacional de Abonos Orgánicos y Biofertilizantes, establecido a partir del año 2003. En el año 2014 se produjeron y aplicaron en el país un total de 6.7 millones de t de humus de lombriz y 14.0 millones de t de *composts* y otros abonos orgánicos [16]; además un total de 45.0 mil ha fueron beneficiadas por biofertilizantes como el Rhizobium, Azotobacter, Fosfobacterias solubilizadoras y Micorriza V.A. Este programa surge más como una alternativa para enfrentar el agudo déficit de fertilizantes minerales, que para el mejoramiento de los suelos [5].

Más recientemente, en el año 2010, surgen en Cuba los “Polígonos demostrativos de conservación del suelo, el agua y el bosque” como sitios destinados a validar tecnologías integradas para la gestión de estos recursos y crear capacidades para enfrentar el efecto del cambio climático; que consideran la finca como unidad básica de manejo y atienden la cuenca hidrográfica como espacio físico geográfico a proteger. Al cierre de 2014 se disponían de 34 polígonos que abarcan un área de 12380 ha en 845 fincas de cooperativistas o campesinos independientes [16]. Para validar esta práctica como modelo de gestión local de los recursos naturales, a partir de la implementación de principios del MST, se desarrolló un procedimiento para la evaluación de 24 indicadores que integran impactos económicos, sociales, ambientales y tecnológicos, que posibilita evaluar de forma integral los resultados obtenidos [22,23,24].

No puede dejar de ser mencionada la Estrategia Nacional de Educación Ambiental, con un fuerte financiamiento estatal y que abarca desde la inclusión de la temática medioambiental (con gran peso en la preservación del recurso suelo) en la Enseñanza Primaria, Media y Universitaria, hasta la Educación Informal (prensa, radio y televisión); así como en el trabajo educativo comunitario [14,21].

Por otra parte, el desarrollo de la Geomática ha contribuido a que la información edafológica sea cada vez más utilizada en la toma de decisiones, tanto por los planificadores como por los agricultores. Un ejemplo lo constituye el desarrollo de criterios de Calidad de los Suelos que posibilitan una evaluación objetiva de riesgos ambientales. Con ese fin se trabajó en la confección e implementación de un sistema de evaluación de la calidad de este recurso, que cuenta con un software y una guía práctica y se introduce paulatinamente en la práctica productiva [25,26,27]. Otro ejemplo lo constituye el proceso de diversificación y reordenamiento de las áreas cañeras en Cuba, sobre la base del conocimiento de la aptitud física y económica del fondo de tierras con el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) [28]. Otra tarea de importancia estratégica para el país, es la inserción de la información edafológica más relevante en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba [29].

Por otra parte, debe mencionarse el recientemente concluido Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe, realizado bajo el auspicio de la Comunidad Europea y la FAO por 85 edafólogos, entre ellos 7 cubanos y que constituye la primera obra de este tipo en la región. El Atlas unifica la información existente sobre diferentes tipos de suelos mediante mapas fáciles de interpretar, tanto a escala regional (ecorregiones) como continental. También ilustra la diversidad de suelos existente, desde los trópicos húmedos hasta los desiertos, a través de mapas con textos explicativos, fotografías y gráficos. Los textos describen los principales tipos de suelos, junto con sus características fundamentales y los procesos de formación más importantes. El aporte de Cuba a la obra resulta significativo [30].

Futuro Inmediato y desafío

Como quiera que la conservación y el mejoramiento de los suelos en Cuba es y será una tarea prioritizada, se requiere: establecer mejores estrategias en los planes anuales de los agricultores; incrementar los fondos de financiamiento; elevar el control de las áreas beneficiadas y la generalización de tecnologías de laboreo de suelo, que como la Agricultura de Conservación, permite enfrentar los efectos del Cambio Climático. Recientemente surgió la iniciativa FAO denominada Alianza Mundial por el Suelo, a la que Cuba se ha adherido y que brinda muchas posibilidades a nuestro país y la región [31].

No obstante, se considera que el principal desafío que enfrenta la Ciencia del Suelo en Cuba en la actualidad, resulta el déficit de recursos humanos debidamente formados. De ahí, la imperiosa necesidad de incentivar la formación de universitarios y técnicos medios y de actualizar y capacitar a los existentes, de tal forma que se pueda contar con el personal calificado

necesario (investigadores, especialistas de la producción y técnicos) que permita enfrentar tamaña tarea. Otra tarea impostergable, lo constituye la normalización de las técnicas de laboratorio que se emplean en el país y lo más importante, restablecer el control de la calidad analítica.

En la esfera de la investigación, se requiere de inmediato, la actualización de la información básica de suelos, lo que incluye, la actualización de la Clasificación Agroproductiva de los suelos de Cuba (Desarrollo de software con uso de los SIG) y la revisión y actualización del mapa 1:25 000 de los suelos de Cuba mediante el empleo de la Geomática. Así como el desarrollo e implementación de metodologías para la nutrición de los cultivos basadas en el manejo integrado de todas las fuentes de nutrientes, incluyendo, los fertilizantes minerales, abonos orgánicos y biofertilizantes. Con este fin, no puede dejar de ser mencionada, la necesidad de acometer investigaciones básicas relacionadas con estos temas y en un futuro no lejano, de los principios de la Agricultura de Precisión.

No falta optimismo, porque el futuro de la Ciencia del Suelo en Cuba siempre estará estrechamente relacionado con el futuro del país. Toda vez que el suelo es nuestro principal recurso natural y como tal, debe ser preservado para las generaciones futuras.

Referencias bibliográficas

- [1] Hernández A, Ascanio M, Morales M, León A. La historia de la clasificación de los suelos en Cuba. Ed. Félix Varela, La Habana. 2006:142.
- [2] Bennett HH, Allison RV. Los suelos de Cuba. Comisión Nacional cubana de la UNESCO. La Habana, Cuba, 1962:380.
- [3] Bennett HH. Algunos nuevos suelos de Cuba. Comisión Nacional cubana de la UNESCO. La Habana, Cuba, 1962:127.
- [4] Ortega F. La discusión en torno al libro Los Suelos de Cuba, como reflejo de las contradicciones entre las escuelas edafológicas de los años 30. Ciencias de la Agricultura. 1986; 28: 87-98
- [5] Muñiz O, Febles J M, Balmaceda C, Ponce D, Peña F, Fuentes E. La ciencia del suelo en Cuba: Actualidad y futuro previsible. Memorias del XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. León, México. En CD ROM. 2007
- [6] Pérez HI, Santana I, Rodríguez I, eds. Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar. Grupo Azucarero AZCUBA, La Habana. 2013, 290.
- [7] Instituto de Suelos. Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Serie Suelos. 1975: 23, 36.
- [8] Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero L. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Ed. AGRINFOR. 1999:64.
- [9] Mesa A, Fuentes E, Hernández M, Urbano G. Clasificación agroproductiva de 35 cultivos mediante un sistema computarizado. Agrotecnia de Cuba. 1988, 20:31-35
- [10] Cuba. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba. La Habana – Madrid. 1989:
- [11] Paneque J, Fuentes E, Herrero M. El Mapa nacional de suelos a escala 1: 25 000. Memorias del XI Congreso Latinoamericano y II Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo. La Habana, Cuba. 1990; 5: 1345-1347.
- [12] Altieri M A, Funes-Monzote F R, The paradox of Cuban agriculture. Monthly Review. 2012, 63:1-4.
- [13] Companioni N, Ojeda Y, Páez E, Murphy C. The growth of Urban Agriculture. En: Sustainable Agriculture and Resistansce. Transforming Food production in Cuba. Funes F, et al. (ed) Oakland Food First Books. 2002: 220-236.
- [14] Fernández A, Pérez R (ed). Evaluación del medio ambiente cubano GEO 2007. La Habana; 2009: 293.
- [15] Instituto de Suelos. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Agrinfor. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. 2001, 39.
- [16] Rodríguez Lozano, D. La conservación y el mejoramiento de los suelos en Cuba. En: Memorias del Congreso Suelos 2015. En CD ROM. 2015. ISBN 978-959-296-039-8.
- [17] Riverol, M. et al. Uso y manejo de los suelos afectados por la erosión en los agroecosistemas de las provincias occidentales y centrales del país. Informe final del proyecto 01305003. PNCT Los Cambios Globales y la evolución del medio ambiente cubano. Instituto de Suelos, La Habana. 1999.
- [18] Rivero L, et al. Sistema de información, monitoreo y soluciones tecnológicas para preservar a los suelos de la salinidad y posible impacto de los cambios climáticos en agroecosistemas con problemas actuales y potenciales de salinización. Informe Final del proyecto 01305005. PNCT Los Cambios Globales y la evolución del medio ambiente cubano. Instituto de Suelos, La Habana. 2000.
- [19] CITMA. Programa de Asociación de País. Ciudad de La Habana, noviembre de 2005, 170.

- [20]. Urquiza N, Alemán C, Flores L, Ricardo M, Aguilar Y. Manual de procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierras. 1era Edición CIGEA, La Habana; 2011: 186.
- [21] Agencia del Medio Ambiente (AMA). Situación Ambiental Cubana. Editoras: Argelia Fernández y Teresa Rubio. La Habana, CITMA. 2003: 156.
- [22] Kairis O, Kosmas C, KaravitisCh,Ritsema C, Salvati L. Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: types of degradation, causes, and implications for management. Environmental Management.2014. 54: 971:982
- [23] Calero B, Rodríguez D, Ginebra M, Aguillar Y, Rodríguez A, Castellano N, Fuentes A, Sosa I, Ramis E, Rodríguez M, Font L, Renda A, De la Masa R, Alemán C. Nueva plataforma de trabajo para proteger recursos naturales en Cuba. Agricultura Orgánica. 2015, 21: 9-14.
- [24]Aguilar Y, Calero B, Rodríguez D, Muñiz O. Cuba`s polygon program – agricultural land rehabilitation. Current Opinion in Environmental Sustainability. 2015 15: 72-78. www.sciencedirect.com
- [25] Font L, Calero B, Muñiz O, Chaveli P, Mendoza L, Del Castillo A, Curbelo R, Lamadrid R, Montero R, Corona W, Sánchez I, Valenciano M. SEMCAS: Sistema integrado de evaluación y monitoreo de calidad del suelo. Agricultura Orgánica. 2009, 15: 27-29.
- [26] Font L, Calero B, Muñiz O, Chaveli P, Lamadrid R, Del Castillo A, Mendoza L, Curbelo R, Montero R, Sánchez I, Roldán N, Valenciano M. Guía para la evaluación y seguimiento de la calidad de los suelos. Agricultura Orgánica. 2012, 1:16 – 18.
- [27] Font L, Calero B, Muñiz O, Chaveli P, Del Castillo A, Mendoza L, Curbelo R, Montero R, Valenciano M. Estimación de la calidad del suelo: criterios físicos, químicos y biológicos. Agrotecnia de Cuba. 2014.37: 13-22.
- [28] Pérez Izquierdo M, Guillén S. El reordenamiento de las áreas cañeras en Cuba. En: Memorias del Congreso Suelos 2015. En CD ROM. 2015. ISBN 978-959-296-039-8.
- [29] Ponce de León, D. y Balmaseda, C. 2006. Estrategias para la inserción de la Información Edafológica en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba. En: Memorias del VI Congreso Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. La Habana. En CD-ROM. 2006. ISBN 959-7023-35-0.
- [30] Gardi C, Angelini M, Barceló S, Comerma J, Cruz Gaistardo, C, Encina Rojas A, Jones, A, Krasilnikov P, Mendonça Santos M.L, Montanarella L, Muñiz Ugarte O, Schad P, Vara Rodríguez MI, Vargas R. (eds). Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxembourg. 2014:176.
- [31] Montanarella L. The Global Soil Partnership.IOPConf. Series: Earth Environ. Sci. 2015: 25: 1-5.

Autor:

DrC. Olegario Muñiz Ugarte

Instituto de Suelos

Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba.

Académico Titular

Academia de Ciencias de Cuba

Email: olemuniz@ceniai.inf.cu

Presentado: 11 de diciembre de 2015

Aprobado para publicación: 14 de diciembre de 2015