



Origen, desarrollo y situación actual de la clasificación de suelos de Cuba

Origin, development and current situation of the soil classification in Cuba

Alberto Hernández Jiménez*, Greter Carnero Lazo

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, km 31/2, Carretera a Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700, Gaveta postal 1

RESUMEN: La Clasificación de Suelos es uno de los principales resultados en las Ciencias Agrícolas en Cuba. Gracias al trabajo sistemático y sostenido durante más de 50 años en esta línea de trabajo se ha desarrollado un sistema que ha sido planteado como una de las clasificaciones de suelos tropicales más importantes a nivel internacional. En el año 2006 se escribió el libro “La Historia de la Clasificación de Suelos de Cuba”, trabajo que fue seleccionado como Primer Premio “Andrés Aguilar Santelises In Memoriam” en el Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, celebrado en León Guanajuato, México. Como han pasado casi 20 años de esta publicación, el objetivo de este trabajo es presentar en forma resumida una recopilación actualizada de esta línea de trabajo que resulta muy importante para nuestro país, ya que es uno de los dos países que tiene un sistema propio de clasificación de suelos en América Latina.

Palabras Clave: Taxonomía de suelos, tipos de suelos, pedón.

ABSTRACT: Soil Classification is one of the main results in Agriculture Science in Cuba. Thanks to the support and systematic work during more than 50 years in this specialty, give the opportunity to develop a system of soil classification that is grateful as a most important classification for tropical soils. In 2006 was published a book “The History of Soil Classification of Cuba” that obtained the first Prize “Andres Aguilar Santelises In Memoriam” un the Latin-American Congress of Soil Science held in Leon Guanajuato, Mexico. Before almost 20 years of this publication, the objective of this paper is present in a short form an outline of this line work, that is very important for our country, because Cuba is one of the countries in American Latin that have an inner system of soil classification.

Key words: Soil taxonomy, types of soils, pedon.

INTRODUCCIÓN

Clasificar un objeto de la naturaleza, incluyendo sus unidades taxonómicas, sus bases y nomenclatura, constituye una de las tareas más arduas dentro de cualquier ciencia natural; tarea más difícil y delicada cuando se trata de uno de los recursos naturales más importantes para el hombre: el suelo (1).

El suelo, membrana superior de la pedosfera, se interrelaciona dinámicamente con la biosfera, en él se registran todos los cambios que han sucedido durante su formación, por lo que se considera como un “bloque de

memoria”, en el cual se manifiestan todos los cambios pasados en la naturaleza a través de los cuales se puede predecir los cambios futuro (2). Además, este cuerpo natural y complejo, es abierto, polifásico y ha sido objeto de transformaciones por el hombre tanto en la producción de alimentos y materias primas como en la explotación minera.

En este trabajo se presenta cómo surge la clasificación de suelos en Cuba y su situación actual, teniendo en cuenta las etapas de su desarrollo, desde los primeros trabajos en el período colonial pasando por el período de desarrollo capitalista y, posterior a la Revolución, en el período socialista, hasta la situación actual (3).

*Autor para correspondencia. ahj@inca.edu.cu

Recibido: 19/06/2024

Aceptado: 06/09/2024

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización: Alberto Hernández-Jiménez. Investigación: Alberto Hernández-Jiménez, Greter Carnero-Lazo. Metodología: Alberto Hernández-Jiménez, Greter Carnero-Lazo. Supervisión: Alberto Hernández-Jiménez, Greter Carnero-Lazo. Escritura del borrador inicial, Escritura y edición final y Curación de datos: Alberto Hernández-Jiménez, Greter Carnero-Lazo.

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/>



En Cuba, la clasificación de suelos surge en el período colonial con algunos trabajos esporádicos y el suelo se denominaba con el término de tierra. Posteriormente, se aplicó la línea norteamericana de clasificación de series y familias de suelos y, a partir de los años 60 se desarrolló la clasificación genética en el Instituto de Suelos, de la Academia de Ciencias de Cuba (ACC), sobre la cual se han hecho algunas versiones que han enriquecido esta clasificación aplicando en forma sistemática las concepciones modernas de esta materia que existe a nivel internacional.

Para comprender mejor y conocer el desarrollo alcanzado en este tema de clasificación de suelos en Cuba, se pasa a continuación a revisar el desarrollo histórico de esta línea de trabajo, según las etapas planteadas en el libro “La Historia de la Clasificación de Suelos en Cuba” (3).

DESARROLLO

Diferentes etapas en la clasificación de suelos en Cuba

1. La Clasificación de suelos durante la Época Colonial en Cuba (hasta 1902)

En esta etapa no hubo un sistema propio de clasificación de suelos y los suelos se nombraban con la palabra “tierra”. Esto está bien destacado en informes realizados por Matínez Viera, 1968 y en el libro “La Historia de la Clasificación de los Suelos de Cuba” (3).

El primer informe sobre los suelos de Cuba se remonta al año 1797, de Antonio Morejón y Gato, realizado ante la Real Sociedad Económica de Amigos del País, sobre “Las buenas propiedades de la tierra bermeja para el cultivo de la caña de azúcar, sobre su excelencia con respecto a la negra”. Posteriormente, en 1842 Mariano Carrillo explicó ante la misma Sociedad sus “reflexiones acerca de la naturaleza del terreno de las Antillas” (3).

En 1850, en los Anales y Memorias de la Real Junta de Fomento aparece el informe sobre “Memorias sobre caña de azúcar y los diversos terrenos adecuados a ella. Luego en 1855 Ramón de la Sagra realizó 16 análisis de los suelos cubanos y en 1864 Manuel Fernández de Castro presentó lo que pudiera considerarse el primer estudio genético de los suelos de Cuba, en el trabajo “sobre la formación de la tierra colorada, que constituye gran parte de los terrenos de cultivo de la Isla de Cuba” (3).

A partir de este momento, los estudios de suelos fueron escasos debido a la gesta revolucionaria de las Guerras de Independencia de Cuba, aunque algunos trabajos se hicieron sobre todo en el período comprendido entre las dos Guerras y principalmente relacionados con la fertilidad o los abonos en los suelos (3).

Así tenemos el trabajo de Jules Lachaume (1872), el cual en su informe “Fisiología de la Isla de Cuba”, escribe sobre los abonos, aconsejando su aplicación a cada variedad

vegetal y discutiendo problemas de economía agrícola, política e industrial de las tierras. Maximino Zandoya, en 1881, hace un estudio sobre el guano de murciélagos en el cual expone su historia, caracteres y composición química, demostrándose su superioridad como abono para la restauración de las tierras. En 1880, Edgard Carbone, publica un trabajo sobre los abonos producidos en los ingenios de Cuba y su valor correspondiente.

Como puede observarse la mayoría de los trabajos tratan sobre los problemas de fertilidad y no atienden a los problemas intrínsecos de las propiedades de los suelos. Pero en esta época, en todo el mundo se concedía una importancia primordial a los estudios de Fisiología Vegetal y Química Agrícola, los cuales eran predominantes en relación con los trabajos de génesis, clasificación y cartografía de suelos, que realmente comienzan a desarrollarse en el mundo con los estudios del científico ruso V.V. Dokuchaev, a finales del siglo XIX en Rusia.

2. La Clasificación de suelos en Cuba durante el período (1902-1958)

Después de la instauración de la llamada “República” en 1902, se conoce el estudio realizado por Mario Sánchez Roig en 1913, “Los Suelos de la Isla de Pinos”, y el de Gastón Alonso Cuadrado en 1912, “sobre la tierra colorada y la tierra negra” (3). Todos estos trabajos presentaban criterios regionales sin tener en cuenta el territorio nacional. El primer intento de clasificación de los suelos de Cuba fue realizado por Crawley en 1916, con su trabajo “**Las Tierras de Cuba**” (4), donde se plantea la clasificación de los suelos por su composición mecánica (tierras arcillosas, arenosas y loams) y por el color del suelo (terrenos colorados, pardos, mulatos, negros) y otras características (tierras calcáreas-pedregosas y tierras de sabanas).

Como es bien conocido, a finales de la década de los años XX, vinieron a Cuba los Drs. Bennett y Allison, los que realizaron un estudio de los suelos relacionados principalmente con el cultivo de la caña de azúcar. Estos especialistas establecieron una clasificación de suelos sobre la base del sistema norteamericano de series y familias, los resultados de su estudio culminaron con la publicación del libro “**The Soils of Cuba**” y de un mapa a escala 1: 800 000 de los suelos de Cuba (5). Las series de suelos descritas por Bennett y Allison se diagnosticaron siguiendo índices morfológicos como el color, la textura, concrecionamiento, compactación, etc. Nombrándose los suelos de acuerdo con el lugar donde eran observados por primera vez (por ejemplo: Matanzas, Camagüey, Habana, Oriente, Palma, San Cristóbal, etc.) y, en otros casos heredaron nombres de series de suelos ya existentes en Estados Unidos (por ejemplo: Norkfolk, Orangeburg, Greenville, Ruston, etc.). Las series fueron agrupadas en familias, que se determinaron a su vez principalmente por las características del horizonte B. En su trabajo, estos autores diagnosticaron 13 familias de suelos con 81 series de suelos y, además la familia de la Greda con el cocó y la marga y 7 grupos de suelos de sabana.

En el año 1932 el Dr. Bennett regresó a Cuba y prosiguió los estudios de suelos publicando el libro "Some New Cuban Soils", en el cual describió y clasificó nuevas series de suelos. En este nuevo viaje Bennett diagnosticó 17 nuevas series de suelos, así como nuevos tipos y fases de varias series de suelos estudiadas anteriormente (6).

El libro "The Soils of Cuba" dominó la literatura edafológica cubana durante toda esta etapa, y constituyó la base para que varios especialistas comenzaran a desarrollar algunos trabajos, principalmente relacionados con los problemas de fertilidad, manejo, y clasificación de suelos.

En 1945 se celebró el V Congreso Nacional de Ingenieros, en el cual se presentaron algunos trabajos sobre suelos, entre ellos "Los suelos y la Agricultura científica", de P. Cabrer Mestre y "Clasificación de la capacidad productiva de los suelos" de R. García Vázquez (3).

En 1954 el Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba (BANFAIC) contrató de nuevo los servicios del Dr. Bennett, junto con los del experto en fotointerpretación Charles B. Gay. Ellos conjuntamente con la participación de algunos especialistas cubanos hicieron el estudio de los suelos de varios Municipio de La Habana y Pinar del Río, a escala 1:40 000. Estos trabajos fueron publicados en forma de folletos independientes.

En total se estudiaron 13 Municipios; de la provincia La Habana: Güira de Melena, Alquízar, San Antonio de los Baños, La Salud y Quivicán (1954-1955); y de la provincia Pinar del Río: Artemisa (1955), Candelaria (1956), San Cristóbal, Los Palacios, Guane y Mantua (1957) y Viñales y Consolación del Norte (1958).

Realmente los estudios realizados por Bennett y Allison marcaron pauta en esta etapa de la clasificación de suelos en Cuba, resultando el trabajo central y básico a partir del cual se obtuvo un desarrollo débil de la Edafología cubana. La clasificación de suelos de Bennett y Allison, como exponente de la escuela norteamericana de clasificación de suelos tuvo un fuerte arraigo y, prácticamente puede decirse que fue el único sistema de clasificación de suelos que se utilizó hasta la década de los años 60; cuando con el Triunfo de la Revolución, se abrieron nuevos cambios en el desarrollo de la Pedología y, específicamente en el campo de la clasificación de suelos.

3. La Clasificación de suelos después del Triunfo de la Revolución (1959-2024)

Es necesario resaltar que, con el triunfo de la Revolución en Cuba, el 1 de enero de 1959, la primera acción que se tomó para impulsar los estudios de suelos en Cuba en ese momento fue el de traducir las obras: "The Soils of Cuba" y "Some New Cuban Soils", de Bennett y Allison, al español, iniciativa tomada por la Comisión Cubana en la UNESCO, que culminó con la publicación de ambos libros en 1962. Hay que reconocer que hubo que esperar 34 años para que los especialistas, productores, profesores y, estudiantes cubanos tuvieran ambos trabajos en idioma español, a pesar que constituyían el documento más importante para los edafólogos y agrónomos en la nación.

Como en Cuba estaba establecida la clasificación de suelos en series y familias de suelos, confeccionada por los Drs. Bennett y Allison en 1928, esta línea de clasificación se siguió inicialmente. De esta forma, el Dpto. de Suelos entre los años 1960 y 1964 estuvo unas veces en el Ministerio de Obras Públicas (hoy día Ministerio de la Construcción) y otras en el Ministerio de Agricultura, para posteriormente pasar al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). En este período se trató de hacer un mapa básico de suelos en series de suelos, realizándose entre 1960-1964 el mapa de suelos en escala 1:100 000 de las provincias Pinar del Río, La Habana, Matanzas y parte de la antigua provincia Las Villas, bajo la dirección del Ing. Gerardo Soto Hernández. Al final de esta etapa ya se habían descrito alrededor de 217 series de suelos y solamente estaba mapificada de una tercera parte del país, donde las series resultaban más fácilmente identificables, faltando por estudiar las regiones llanas relativamente secas de las antiguas provincias de Oriente y Camagüey, así como los suelos de las regiones montañosas (3).

En 1964 se crea la Dirección de Suelos en el INRA, bajo la dirección del Ing. Pablo León Echandi, el cual comenzó un trabajo de cartografía de suelos en la provincia de Camagüey, con la clasificación de suelos de Bennett y Allison. Esta línea de trabajo se continuó años después con la creación del Ministerio de Agricultura y con la Dirección de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura, bajo la dirección del Ing. Cristóbal Colom, que culminó con un mapa de suelos 1:50 000 con la clasificación de series de Bennett y Allison, que se terminó en los años 70. En este mapa de suelos 1:250 000 se aplicó por primera vez una línea nueva de clasificación no se estudiaron los suelos montañosos ni los suelos de las regiones de los humedales (ciénagas) y solamente se trabajó con las series de suelo establecidas por Bennett y Allison, no con las 217 series de suelos que llegaron a establecerse en el INRH (3).

Al mismo tiempo se publicaron libros en la década de los años 80, por cada provincia y de la Isla de Pinos. En estos libros se hace un informe de las características de las series de suelos estudiadas y su relación con las posibilidades de cultivamiento. Indiscutiblemente la riqueza de información que hay en estos libros es muy notable.

En el año 1965 se fundó el Instituto de Suelos en la ACC, bajo la Dirección del Ing. Germán Planas, con un proyecto principal, asesorado por especialistas de la República Popular China, que fue la elaboración de un Mapa de Básico de Suelos de los suelos de Cuba a escala 1:25 000. El mapa se terminó y se publicó a colores en 1971 por el Instituto de Suelos en 1971 (7). En la colaboración con la República Popular de China en el Instituto de Suelos se recibió el aporte como asesores de varios especialistas del Instituto de Suelos de Nankín, entre ellos: Zhao Ki Guo, Chu Chiao Lian, Liu Sin Wen, Chen Chia Fan, Tin Shien y, además visitas del Profesor Li Chin Kwei quien era Vicepresidente de la Academia de Ciencias de China (SINICA).

En este mapa de suelos 1:250 000 se aplicó por primera vez una línea nueva de clasificación, que se fundamenta en la génesis de los suelos, muy utilizada en aquel momento en

Europa, antigua Unión Soviética y en los países del antiguo campo socialista.

Las bases de la clasificación fueron su génesis, factores y procesos de formación. La nomenclatura sobre la base de los procesos, por ejemplo: Gleyización, suelos Gley; Latosolización (posteriormente reconocido como Ferralitzación), suelos Latosólicos; Sialitización, suelos Pardos Sialíticos. Las Unidades de clasificación fueron 4: Gran Grupo de Suelos según el proceso principal de formación del suelo; Subgrupo, dentro de cada Grupo, según procesos secundarios; la tercera unidad, el Género tuvo en cuenta el carácter de la roca madre y su influencia en la formación del suelo y, la Especie según a profundidad de los horizontes (A+B).

La primera aproximación de esta clasificación resultó la tesis de diploma como Ing. Agrónomo, de la Universidad de la Habana de Alberto Hernández y fue publicada en la revista *Tecnología Agropecuaria* (8). Otro trabajo aplicando dicha clasificación fue la tesis de diploma de Osvaldo Ascanio, también publicado en la revista antes mencionada (9). Finalmente, la versión completa de esta clasificación fue plasmada en el mapa de suelos 1:250 000, aunque se presentó en la Primera Reunión Nacional de Suelos en 1968, presentada por Hernández, Ascanio y Pérez Jiménez y, publicada posteriormente en la Revista de Agricultura de la ACC (10).

Esta clasificación tuvo la ventaja de ser aplicada en todo el territorio de Cuba, tanto en condiciones de llanura, como de premontaña y montaña; recogiendo aspectos y fenómenos genéticos geográficos muy importantes en el diagnóstico y clasificación de los suelos. Al mismo tiempo, se observa que la misma se fundamenta no solamente en los procesos de formación de los suelos, sino además en las etapas de evolución de los mismos, desde las características sialíticas hasta las latosólicas (ferralíticas).

La primera versión de la clasificación genética de los suelos tuvo un respaldo fuerte con la publicación del libro "Génesis y Clasificación de los Suelos de Cuba" (11) y "Estudio Edafológico de Isla de Pinos" (12), donde se mostraron las descripciones y resultados analíticos de numerosos perfiles de suelos que apoyaron la clasificación.

La aplicación cartográfica inicial para el territorio completo de Cuba de esta clasificación, fue en el mapa de suelos 1:1 000 000 que se presentó para el Primer Atlas Nacional de Cuba. Este mapa todavía no tenía elaborada la clasificación completa y su elaboración estuvo a cargo de O. Ascanio con la colaboración de Pérez Jiménez y Hernández (13).

Esta clasificación jugó un papel importante en la edafología cubana, puesto que por primera vez se aplicaba en Cuba este tipo de clasificación en un mapa básico a escala mediana, que sirvió en aquel entonces para comenzar a evaluar el potencial agroproductivo de las tierras, como por ejemplo en cultivos tan importantes como los cítricos (14), forestales (15) y el arroz (10). Además, sirvió de fundamento para el primer agrupamiento agroproductivo de tierras, que se aplicó a la evaluación de todos los suelos para la agricultura en general (16).

Es necesario destacar que además de los resultados obtenidos en la clasificación, cartografía y distribución de los suelos de Cuba con el proyecto del mapa de suelos 1:250 000, en colaboración con especialistas de la República Popular China, este tipo de clasificación tuvo aportes parciales por especialistas soviéticos y franceses. Entre ellos Igor Stepanov, en el INRH, preparó una versión de Clasificación genética de los suelos de Cuba (17). Serguei V. Zonn, desde el Instituto de Geografía de la ACC, en colaboración con edafólogos cubanos elaboran una clasificación genética de los suelos de Cuba que fue una correlación con las Series de Suelos (18), para un mapa de suelos del Atlas Nacional de Suelos de Cuba. También Lev L. Shishov, desde el Instituto Nacional de Investigaciones para la Caña de Azúcar (INICA), elaboró una clasificación de suelos de Cuba para las áreas cultivadas con caña de azúcar sobre base genética (19). Ya en la década de los años 70, en el Instituto de Suelos Pierre Segalen de la ORSTOM, Francia realizó un proyecto en colaboración con los edafólogos cubanos Pérez Jiménez y Fernando Ortega sobre la aplicación de la clasificación de suelos de Francia en la clasificación de suelos de Cuba, que tuvo fundamento genético también (20).

La Segunda Versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba

Teniendo en cuenta la creciente colaboración de Cuba con los antiguos países socialistas, surge la necesidad de aumentar los rendimientos agrícolas de algunos cultivos como la caña de azúcar, los cítricos y otros frutales para el intercambio con estos países, por lo que la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, crea el Servicio Nacional de Suelos y Agroquímica y se hace necesario preparar una versión más precisa de clasificación de suelos que se pueda aplicar en la cartografía de suelos en escala más detallada para el manejo efectivo de los suelos en la producción agropecuaria.

Por esto surge la demanda al Instituto de Suelos de elaborar esta segunda versión de clasificación de suelos. Este Instituto en ese momento llevaba a cabo un proyecto muy importante de los principales suelos agrícolas del país. Por una parte, en colaboración con el Instituto de Suelos y Agroquímica de Armenia se estaba desarrollando un proyecto para el estudio de los suelos Pardos, Húmico Carbonáticos y, Vertisoles en colaboración con los especialistas: Grigor S. Tatevosián, Oleg A. Agafonov y Grigor Babaián principalmente y, por otra parte, en colaboración con la ORSTOM se estudiaban los suelos Ferralíticos de Cuba en detalle.

Estos resultados sirvieron para que en Cuba varios especialistas del Instituto de Suelos pudieran hacer su tesis de DrC. Ellos fueron, A. Hernández sobre los suelos Pardos de Cuba, en la antigua Unión Soviética (21), Antonio Obregón sobre las Características Químico Mineralógicas de los Principales Suelos de Cuba en 1979 (22), Juan M. Pérez Jiménez sobre los suelos Pardo Grisáceos en Cuba (23), Osvaldo Ascanio sobre los suelos Húmico Carbonáticos,

en Cuba (24). Por otra parte, en Francia, en colaboración con la ORSTOM, Eloy Camacho defiende su tesis de doctor en ciencias sobre los suelos Ferrálíticos Rojos compactados de Cuba (25).

Con los resultados obtenidos hasta ese momento y con la incorporación de los soviéticos Tatevosián, Agafonov y Shishov y de Pierre Segalen de Francia se elabora la Segunda Versión de la Clasificación de Suelos de Cuba en 1975. Esta nueva versión se publicó en 1975 (26). Este documento fue presentado como la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba durante la I Jornada Científica del Instituto de Suelos.

En esta clasificación se realizaron cambios profundos, tanto en la taxonomía como en la nomenclatura. En ella la concepción de que la clasificación de los suelos debe estar fundamentada en la génesis de los mismos se reforzó. Aquí se adoptaron unidades semejantes al sistema soviético, utilizadas en Cuba por S. V. Zonn (18) y Shishov (19): Tipo, Subtipo, Género, Especie y Variedad. También se adoptó la unidad de Agrupamiento de suelos, que en parte coincide con los Grandes Grupos de la Primera Versión de la Clasificación. Se puede entonces afirmar que los Grandes Grupos de suelos en ocasiones incluye Tipos genéticos diferentes de suelos. Las bases para establecer estas unidades de suelos fueron las mismas que se siguen en las clasificaciones soviéticas.

La nomenclatura también cambió, empleándose nombres como Ferríticos, Vertisoles, etc.; enriquecida con los nombres de suelos nuevos, como por ejemplo: suelos Fersialíticos. En esta nueva versión se separaron 10 Agrupamientos y 28 Tipos Genéticos de suelos. La clasificación se presentó más elaborada, con unidades inferiores que toman en consideración aquellas propiedades de los suelos que tienen relación con su utilización en la agricultura.

La Segunda Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba resultó un logro de la ciencia cubana, sobre todo por ser el sistema que se adoptó a nivel nacional y se aplicó en todas las ramas que tienen que ver con la agricultura, ya sea investigativo, docente o de producción. Esta clasificación está reconocida como uno de los principales logros en la ciencia agrícola de Cuba en las Tesis y Resoluciones del I Congreso del Partido Comunista de Cuba (27).

A partir de la elaboración de esta versión de clasificación de suelos del año 1975, los edafólogos cubanos lograron independencia en esta materia, de esta forma las versiones que se prepararon posteriormente (1980, 1988, 1995), fueron por especialistas cubanos.

Esta versión de 1975, se aplicó en el mapa de suelos 1:25 000 elaborado por la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura, terminado en 1990. Los resultados de este trabajo fueron presentados en el Congreso Internacional de Suelos, celebrado en Cuba en 1990 (28). Sobre la base de esta versión y de su mapa correspondiente, se pudo conocer con buena precisión los factores limitantes para la producción de alimentos de los suelos de Cuba. Esta versión y resultó premio en dicho congreso.

La Tercera Versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba

Se publica en el año 1980, con algunos nuevos criterios logrados como resultado de las investigaciones y de las experiencias logradas en la producción (29). Los cambios introducidos en la misma no fueron muy grandes; no obstante, aparece en esta versión un nuevo Agrupamiento, el de suelos Cenagosos, y algunos ajustes de algunos nombres de los suelos Oscuros Plásticos y Poco Evolucionados respectivamente. Además, se realizaron algunos otros cambios en los niveles de Tipos, Subtipos, Géneros y Especies, los cuales esclarecieron algunas deficiencias de la versión anterior.

Aunque esta nueva versión resultó un enriquecimiento de la anterior, no tuvo el mismo nivel de introducción, ya que no se aplicó en la cartografía de los suelos, por esto su aplicación fue principalmente en la línea cognoscitiva, específicamente en la docencia.

Cuarta Versión de clasificación de los suelos de Cuba

En el año 1988 se celebró la Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos, en Kazajastán, antigua URSS. Algunos especialistas cubanos recibieron invitación para asistir a dicho evento, y con ese fin se preparó una versión actualizada de la clasificación de suelos, encabezada por Hernández, Ascanio, Camacho y Pérez, que fue presentada por A. Hernández en 1988 y publicada en 1990 en las memorias del evento (30). Esta clasificación fue bien valorada, sobre todo por la inclusión de nuevos tipos de suelos, principalmente dentro del Agrupamiento de suelos Alíticos.

Lo más significativo de este evento consistió en poder captar la dirección que seguían los países en materia de clasificación de suelos en ese momento. Los países de tradición en la clasificación genética de los suelos (como la URSS, China, Francia, entre otros) y, además la Lista de Unidades de la FAO; incluyeron los conceptos de horizontes y características de diagnósticos, introducidos por la pedología norteamericana en la Soil Taxonomy. Estos conceptos reforzaban y precisaban la clasificación genética de los suelos.

- Los conceptos se aplicaban en dependencia de las características de los suelos y eran llamados de forma diferente (horizontes principales, horizontes de referencia, etc.).
- A nivel mundial la tirantez que existió en el mundo en materia de clasificación de suelos se había terminado y existía un consenso para preparar una Base Referencial Pedológica que sirviera a todos los países. Esta fue finalmente presentada en el XV Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo, en Acapulco, México, con el título de World Reference Base for Soil Resources. En la preparación de dicho material participaron pedólogos de diferentes países.

Ya anteriormente durante una estancia de 3 meses en el año 1982, en el Instituto de Suelos V.V. Dokuchaev de Moscú, permitió percibir la nueva dirección en la clasificación genética de los suelos en la Unión Soviética, ya que el Dr. Lev L. Shishov (Director del Instituto de Suelos Dokuchaev), brindó un documento elaborado por V.M. Fridland (J'Dpto. de Génesis, Clasificación y Cartografía de suelos del Instituto V.V. Dokuchaev), para preparar la nueva versión de clasificación de suelos de la URSS (31). Esta tendencia fue presentada por Hernández en una conferencia impartida en el Instituto de Suelos, de la ACC, en ese propio año.

Quinta versión de clasificación de los suelos de Cuba

Partiendo de los aspectos anteriormente mencionados, en el año 1992 se creó una Comisión de Pedólogos en el Instituto de Suelos, en colaboración con especialistas de otras instituciones y, se comenzó a trabajar en la preparación de una nueva versión de clasificación genética. El trabajo duró 2 años y se terminó en 1994, reconociéndose como logro científico de la Ciencia de Cuba, por la Resolución 63/90 del CITMA. Esta versión se denominó "Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba", se terminó en el año 2004 y fue seleccionada como Premio Nacional de la ACC. Posteriormente en 1999 fue publicada por el Ministerio de la Agricultura de Cuba (32).

En este trabajo se revisaron todos los materiales que sirvieron de base a las versiones de clasificación de suelos que se elaboraron anteriormente y los resultados alcanzados en los últimos 15 años en la caracterización y clasificación de suelos de diferentes regiones en Cuba. Las investigaciones se dirigieron a la creación de horizontes y características de diagnósticos según las características de los suelos de Cuba, relacionados con los factores y procesos de formación.

Después de 2 años de trabajo, se establecieron 2 tipos de horizontes de diagnóstico; los horizontes principales, relacionados con la génesis y evolución de los suelos y que se manifiestan principalmente en el horizonte B y los horizontes normales, que pueden estar lo mismo en el

horizonte A, que en el B, y además las características de diagnóstico. En total se establecieron 12 horizontes principales, 14 horizontes normales y 17 características de diagnóstico.

En la clasificación se mantienen las unidades taxonómicas superiores (agrupamiento, tipo genético, subtipo, género y especie). En total se separan 14 Agrupamientos, 36 Tipos genéticos y 172 Subtipos de suelos. La utilización de los horizontes y características de diagnóstico posibilitan que la clasificación sea más sencilla y precisa; y al mantener la línea genética, no se pierde el valor ecológico de la misma.

Sobre esta nueva versión de clasificación de suelos de Cuba, se realizaron varios aportes como un Software y también un Sistema de Claves para facilitar su aplicación y su correlación con las clasificaciones internacionales Soil Taxonomy y World Reference Base. Estas herramientas fueron presentadas en el Congreso de Suelos de 2006; mientras que las Claves para su aplicación fueron publicadas por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas en el año 2008 (33).

Esta versión de Clasificación de los Suelos de Cuba se aplicó en Cuba en un mapa de suelos escala 1:400 000, poco conocido, que fue editado por Geocuba (34), el cual se expuso en la Conferencia Internacional de Geografía de Suelos, celebrada en Huatulco México en el año 2009 (35).

Además, la misma se presentó en eventos internacionales como en el Congreso Internacional Universitario de Edafología celebrado en la UNAM, México (36) y, en la Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos de Karelia, Rusia en 2004 (37).

Hasta el año 1994 en que surge esta Nueva Versión de Clasificación de Suelos de Cuba, el período de actualización y mejoramiento de la misma con sus versiones no pasó de diez años, por lo que se cumplió con uno de los principios que debe regir una clasificación, que es el de reproductividad, el cual establece que la clasificación de suelos no debe pasar más de 10 años sin revisarse y actualizarse, como bien establece la Clasificación de Suelos de Rusia de 2004 (38). Esto queda demostrado con lo que se muestra en la Tabla 1, en la cual se presenta el tiempo que pasó de una versión a la otra.

Tabla 1. Tiempo transcurrido entre las 5 versiones de la Clasificación de Suelos de Cuba

Versión and Año	Bases	Unidades de clasificación	Nomenclatura	Aplicación
1 ^{ra.} 1971	Génesis, FFS y PFS	Gran Grupo, Subgrupo, Género y Especie	Internacional	Mapa de Suelos de Cuba 1:250 000 y mapas regionales en escala 1: 50 000
2 ^{da.} 1975 (4 años)	Génesis, FFS y PFS	Agrupamiento, Tipo, Subtipo, Género, Especie y Variedad	Internacional	Mapa de Suelos de Cuba 1:25 000
3 ^{ra.} 1980 (5 años)	Génesis, FFS y PFS	Agrupamiento, Tipo y Subtipo	Internacional	Docencia e Investigación
4 ^{ta.} 1988 (8 años)	Génesis, FFS y PFS	Agrupamiento, Tipo y Subtipo	Internacional	Conferencia Internacional CS en Alma Atá, URSS. Investigaciones en Cuba
5 ^{ta.} 1994 (6 años)	Génesis, FFS y PFS y HD y CD	Agrupamiento, Tipo y Subtipo	Internacional	Docencia e Investigación Conferencia Internacional en Karelia, Rusia en 2004. Mapa de Suelos 1:500 000, en 2009 Huatulco, México

FFS: Factores de Formación del Suelo, PFS: Procesos de Formación del Suelo, HD: Horizontes de Diagnóstico y, CD: Características de Diagnóstico

La actualización de las clasificaciones de suelos surge con su aplicación en la cartografía e investigaciones edafológicas. Desafortunadamente el servicio de suelos no aporta nuevos criterios pues no aplica esta versión.

Sexta versión de Clasificación de los Suelos de Cuba

Teniendo en cuenta el principio de reproductividad, que debe regir en las Clasificaciones de Suelos, y que desde el año 2004 la Clasificación de Suelos de Cuba no se actualizaba, y además que el mundo en los últimos 20 años se obtuvieron numerosos resultados sobre la influencia del hombre en el cambio de las propiedades de los suelos, es decir la actividad antropogénica, en Cuba, se preparó una tesis que resultaba una versión de actualización, en la cual se toma en consideración los aspectos anteriores. Este trabajo resultó la Tesis de Segundo Doctorado de Alberto Hernández (39) y fue la base para preparar la versión de Clasificación de Suelos de Cuba 2015, entre especialistas del INCA y del Instituto de Suelos (40).

Esta versión se publicó en un libro y se presentó en una actividad organizada por el Instituto de Suelos en el Ministerio de la Agricultura y, se divulgó tanto en la Educación Superior como en el Ministerio de la Agricultura. En la misma se presentan los principios que debe regir una clasificación de suelos que son:

1. **El principio de génesis**, el cual establece que la clasificación de suelos debe elaborarse teniendo en cuenta propiedades en relación con los factores y procesos de formación del suelo. Hay que recordar que el suelo es un "Bloque de Memoria" cuyas propiedades constituyen un registro de la historia de su formación.
2. **El principio de reproductividad**, que plante que las clasificaciones de suelos deben revisarse y enriquecerse en un período de tiempo no mayor de 5-10 años. En Cuba, esto se cumple en las versiones, salvo en la elaborada en el 1994, con más de 20 años sin actualizarse.
3. **El principio de apertura**, que en la versión de 2015 se aplica ya que abre un Agrupamiento nuevo (Tecnosoles). Además, se incluye en la clasificación la influencia del hombre en el cambio de las propiedades de los suelos, con la apertura de Subtipos nuevos de suelos (con calificativos, agrogénico y erogénico).
4. **El principio de estructura y herencia histórica**, por el cual se fundamenta que en las nuevas versiones que se elaboren debe recogerse toda la experiencia y estructura de las versiones anteriores. En la misma deben mantenerse las mismas unidades taxonómicas y sus bases (Agrupamiento, Tipo genético, Subtipo, Género, Especie y Variedad de suelo).

La versión nueva de 2015, toma en consideración todas las unidades taxonómicas hasta nivel de variedad de suelo. Tiene 15 Agrupamientos, 39 Tipos genéticos y 197 Subtipos de suelos. En la versión anterior, de 1994, publicada en 1999, se clasifican 14 Agrupamientos, 36 Tipos genéticos y

172 Subtipos de suelos. Esta diferencia muestra los avances que se tienen en la versión de 2015.

La versión de Clasificación de Suelos de Cuba 2015, fue presentada en la Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos 2022, celebrada en Querétaro, México por A. Hernández (41). La misma fue altamente valorada ya que se evidenció en esa conferencia que las Clasificaciones Mundiales: Soil Taxonomy y World Reference Base no tienen atributos cuyas propiedades están transformadas por la acción antropogénica, mientras que la de Cuba si los tiene, siguiendo resultados obtenidos en la clasificación de suelos de Rusia (38), fueron incluidos los criterios de subtipos agrogénicos y erogénico, con sus diagnósticos en cada caso, para los suelos que se encuentran bajo producción de agrícola.

Algunos criterios internacionales sobre la Clasificación de Suelos de Cuba

Realmente en Cuba se ha llevado a cabo desde la fundación del Instituto de Suelos actualmente en el Ministerio de la Agricultura de Cuba un trabajo sostenido en la fundación de una clasificación muy importante que sigue principios internacionales. Primero con la colaboración de especialistas de la República Popular China, posteriormente de la antigua Unión Soviética y también de Francia. Ha sido un trabajo sistemático que se ha ido enriqueciendo por una parte por resultados de investigaciones y además por intercambios en las reuniones internacionales.

Esta clasificación fue reconocida en las Tesis y Resoluciones Científicas del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba como uno de los logros científicos principales en Ciencia Agrícola (27). Hay que destacar también, los reconocimientos internacionales que ha recibido, entre los cuales tenemos los siguientes:

"La clasificación genética de los suelos de Cuba fue construida bajo la influencia de la escuela rusa de pedología. Sin embargo, no es una copia de la estructura y errores de las clasificaciones rusas iniciales. Desde su primera versión, esta clasificación presenta un sistema de grupos de suelos. La última versión de la clasificación de suelos de Cuba, también incluye algunas ideas productivas de la Soil Taxonomy y de clasificaciones internacionales, tales como el concepto de horizontes de diagnóstico (Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, 1999). Debido a que el territorio de Cuba ese encuentra bajo el dominio por suelos tropicales intensivamente intemperizados, estos son clasificados en detalles, lo que de hecho constituye el intento más exitoso para clasificar los suelos tropicales" (42).

"La clasificación de suelos de Cuba está influenciada por cuatro escuelas principales de pedología Soviética (rusa), francesa, americana y China. Las escuelas Soviética y la China prestaron atención a los procesos de formación de suelos. La escuela francesa a la evolución de los suelos, sobre la base de las propiedades geoquímicas y mineralógicas. La escuela americana fue una fuente de fundamentación para los horizontes de diagnóstico. El sistema cubano no es una compilación sencilla de estas

clasificaciones de los países anteriormente mencionados. La escuela cubana ha producido una clasificación de suelos original" (43).

"Cuba tiene una gran ventaja en el ámbito del estudio del suelo; la Isla posee una larga historia en lo que respecta al desarrollo de la agricultura, por lo que muchos investigadores se han ocupado del estudio de los suelos cubanos. Desde el inicio del siglo XX Cuba fue visitada por los edafólogos de Estados Unidos, Francia, la Unión Soviética y China. Gracias al intercambio de ideas los especialistas cubanos lograron integrar los conceptos de varias escuelas y desarrollar su propia escuela de las Ciencias del Suelo. Entre otros logros, los edafólogos de Cuba desarrollaron una clasificación de suelos particular" (44).

Por los resultados obtenidos se evidencia que Cuba es un país que ha podido desarrollar un sistema propio de clasificación de suelos muy importante para los países tropicales. Es necesario destacar que en el mundo solamente hay 32 países que tienen un sistema propio de clasificación de suelos y en América Latina, solamente Brasil y Cuba.

Desafortunadamente a pesar que la Clasificación de los Suelos de Cuba ha tenido aportes en los últimos 30 años, sobre todo con la aplicación de cuestiones de actualidad como es la aplicación en ellos de las características y horizontes de diagnóstico y en la última versión la aplicación de diagnóstico para clasificar suelos cuyas propiedades están afectadas por la acción antropogénica; aún en la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes se aplica la versión de 1975, de hace 48 años. Baste recordar que la clasificación de suelos en series y familias que se implantó en Cuba con los trabajos de Bennett y Allison en 1928, se cambió en el año 1971 por la clasificación fundamentada en la génesis y propiedades de los suelos (10). La versión de 2015 se aplica en la docencia y, en los trabajos de tesis y proyectos de investigación, pero no en el servicio de suelos.

CONCLUSIONES

1. En Cuba se ha podido confeccionar en forma sistemática y continuada un sistema de clasificación de suelos propio.
2. Es un documento que se ha presentado en eventos nacionales e internacionales con reconocimientos en ambos casos, como una de las clasificaciones de suelos más importantes para las regiones tropicales.

RECOMENDACIONES

1. La versión de 2015 debe utilizarse no solamente en la docencia e investigaciones, sino además en el servicio de suelos y en los planes agrícolas más importantes del país.
2. Se recomienda tomar en cuenta que, desde la última versión de clasificación de suelos elaborada en el 2015 a la fecha actual, ya han transcurrido 9 años; y teniendo en cuenta uno de los principios que debe regir nuestra clasificación de suelos, debe ir preparándose un grupo de edafólogos que puedan actualizar esta versión antes que pasen 10 años desde la última versión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández, A.; Ascanio, M.O.; Cabrera, A.; Morales, M.; Medina, N. y Rivero, L.B. *Problemas actuales de clasificación de suelos: énfasis en Cuba* [en línea], Textos Universitarios de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México, 2004, p. 244, ISBN 978-968-638-9, [Consultado: 20 de marzo de 2024], Disponible en: <https://libreria.uv.mx/gpd-problemas-actuales-de-clasificaci-y-de-suey-os-yonfasis-en-cuba-9789688346389.html>
2. Targulian, V. y Bronnikova, M. "Soil Memory: Theoretical Basics of the Concept, Its Current State, and Prospects for Development", *Eurasian Soil Science*, vol. 52, 1 de marzo de 2019, pp. 229-243, <https://doi.org/10.1134/S1064229319030116>
3. Hernández, A.; Ascanio, M.O.; Morales, M. y León, A. *La historia de la clasificación de los suelos en Cuba* [en línea], Primera edición, edit. Editorial Félix Varela, Habana, Cuba, 2006, p. 98, ISBN 9789590701450, Disponible en: https://biblioteca.espam.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblio-number=11261&shelfbrowse_itemnumber=12882, [publisher: Félix Varela].
4. Crawley, J.T. *Land of Cuba* [en línea], First Edition, edit. Rambla, 1 de enero de 1916, Disponible en: <https://www.amazon.com/Las-Tierras-Cuba-Land/dp/B00RY6Q35E>
5. Bennett, H.H. y Allison, R.V. *Los Suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Comisión Nacional Cubana de UNESCO*, 380 p [en línea], 1962, Disponible en: <https://www.amazon.com/-/es/Hugh-H-R-Allison-Bennett/dp/B00L87VVMK>
6. Bennett, H.H. *Some new Cuban soils: a supplement to «The soils of Cuba»* [en línea], edit. Tropical Plant Research Foundation, Yonkers, N.Y., 1932, (ser. Tropical Plant Research Foundation. Scientific contributions), p. 64, Disponible en: <https://search.worldcat.org/es/title/4019049>
7. Instituto de Suelos. *Mapa Genético de los Suelos de Cuba*. [en línea], (ser. 19 hojas a color), [1:250 000], edit. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1971, [Consultado: 20 de marzo de 2024], Disponible en: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/republic-de-cuba-mapa-genetico-de-suelos-escala-1-250000-19-maps-17-15>
8. Hernandez, A. "Importancia del estudio genético de los suelos. Su aplicación en la provincia de Las Villas", *Tecnología Agropecuaria*, no. 2, 1966, pp. 36-65.
9. Ascanio, M.O."Conceptos generales de la clasificación genética y cartografía de suelos", *Tecnología Agropecuaria*, no. 4, 1967, pp. 28-33.
10. Ascanio, M.O."Génesis y utilización de los suelos en el plan arrocero «Habana-Costa Sur»", *Revista de Agricultura*, vol. IV, no. 1, 1971, pp. 62-74. <https://edepot.wur.nl/487774>
11. Instituto de Suelos. *Génesis y clasificación de los suelos de Cuba* [en línea], edit. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 1973, p. 315, Disponible en: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/1973-genesis%20clas-suelos%20de%20cuba.pdf>

12. "Estudio edafológico de Isla de Pinos", *Academia de Ciencias, Instituto de Suelos, Habana*, 1974, p. 123.
13. Perez, J.M.; Bosch, D.; Hernández, A.; y Marsán, R.I. *Mapa de Suelos de Cuba a escala 1:1 500 000*. [en línea], , Disponible en: <https://docplayer.es/46078046-Mapa-de-suelos-de-cuba-a-escala-1.html>
14. Hernández, A.; Ascanio, M.O.; Pérez, J.M.; Ávila, L.; y Obregón, A. *Características de los suelos del Plan Cítrícola de Isla de Pinos*, edit. Instituto de Suelos, Academia de Ciencias de Cuba, 1972, (ser. Suelos 16), p. 54.
15. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Gómez, D. y Bosch, D. "Estudio genético y uso de los suelos del Plan forestal Macurijes", *Serie Suelos*, vol. 17, 1973, p. 23.
16. Mesa, A.; Colom, C.; Trémols, J.; Pena, J. y Suárez, O. "Características edafológicas de Cuba, 189 pp", *Ed. Científico Técnica, La Habana*, 1992.
17. Stepanov, I.S."Clasificación preliminar de los suelos de Cuba", *Revista Alma Máter de la Universidad de la Habana*, no. 28, 1968, pp. 166-168.
18. Zonn, S.V.; Cabrer Mestre, P.; y García Vázquez, L.R. "Ensayo de construcción de una clasificación genética de los suelos de Cuba", *Pochvovedenie*, no. 12, 1968, pp. 17-30.
19. Shishov, L.L. "Sobre la clasificación de los suelos de las plantaciones de caña de azúcar en Cuba", ACC. Serie caña de azúcar, no. 21, 1968, pp. 1-16.
20. Segalen, P.; Pérez Jiménez, J.M.; y Ortega, F. *Los suelos de Cuba vistos a través de la Clasificación Francesa de los Suelos.*, Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba, [s.f], p. 52.
21. Hernández, A. *Los suelos pardos del trópico de humedad alternante*, PhD Thesis. Instituto de Suelos VV Dokuchaev. Academia de Ciencias Agrícolas, 1978.
22. Obregón, A. *Características químico-mineralógicas de algunos de los principales tipos de suelo de Cuba* [en línea] [PhD Thesis], 1979, p. 135, Disponible en: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_4/colloques/24538.pdf
23. Pérez Jiménez, J.M. *Los Suelos Pardo Grisáceos del Clima Tropical de Humedad Alternante de Cuba*. [Tesis de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas], Instituto de Suelos y Agroquímica de Armenia, [s.f], p. 135.
24. Ascanio, M.O. *Génesis y Clasificación de los Suelos Húmicos Carbonáticos (Rendzinas Negras) de las Principales Regiones Agrícolas de Cuba*, Instituto de Suelos, La Habana, 1984.
25. Camacho, E. *Estudio de los suelos de la llanura cárstica de la región occidental de Cuba, estudio de una zona abierta hacia el mar, situada entre San Nicolás de Bari y Guanajay y particularmente los suelos Ferrálíticos Rojos compactados. Autoreferata*, Instituto de Suelos. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 1982, p. 50.
26. Hernández, A.; JM, P.J.; Ascanio, O.; Ortega, F.; Avila, L.; Cárdenas, A.; Marrero, A.; Castro, N.; Baisre, J. y Obregon, A. "Segunda Clasificación Genética de los suelos de Cuba.", *Revista de Agricultura*, vol. 8, 1975, [Consultado: 21 de marzo de 2024], Disponible en: <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/64735e53e17b74d22252b112>
27. *Tesis y Resoluciones de la Política Científica. I Congreso Partido Comunista de Cuba. La Habana*. [en línea], 1973, [Consultado: 25 de marzo de 2024], Disponible en: <https://www.marxists.org/español/tematica/partidos/cuba/pcc/1er-congreso/sobre-politica-cientifica-nacional.pdf>
28. Paneque, J.; Fuentes, E.; Mesa, A. y Echemendía, A. "El mapa nacional de suelos escala 1: 25 000", En: *Memorias del XI Congreso Latinoamericano y II Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo, La Habana, Memorias,(DR Villegas y D. Ponce de León, eds.), 1991*, pp. 1345-7.
29. Instituto de Suelos."Clasificación Genética de los suelos de Cuba, año 1979", *Academia de Ciencias de Cuba*, 1980, p. 38.
30. Hernandez, A.; Ascanio, O.; Camacho, J.M.; Pérez, J.M.; Marrero, A.; Cárdenas, A.; Durán, J.L.; Gonzalez, J.E.; Rubio, R.; Mesa, A.; y Torres, J. M."Genetic classification of Cuban soils." [en línea], En: *Soil Classification. Reports of the International Conference, September 1988, Alma-Ata, Kazakhstan.*, 1990, pp. 155-157, [Consultado: 21 de marzo de 2024], Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19931973965>
31. Fridland, V.M. "Major Principles and Elements of a Basic Soil Classification System and the Program of Its Development", *Dokuchaev Soil Institute: Moscow*, 1982.
32. Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jimenéz, J.M.; Mesa-Nápoles, Á.; Fuentes-Alfonso, E. y Bosch-Infante, D. *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba.*, AGRINFOR, edit. Instituto de Suelos, 1999, p. 64, ISBN 959-246-022-1.
33. Hernández, A.; Verdecia, N.; Morales, M.; Cabrera, A.; Morell, F. y Borges, Y. "Software para la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Agrupamiento, Tipo y Subtipo de Suelos)", *La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 2008.
34. Trémols, A.J.; Hernández, A.; Morales M.; y Rodríguez, J. *Mapa de Suelos de Cuba* . [1:500 000], Geocuba, 8 hojas cartográficas a color, edit. Francisco Rivero, 2000.
35. Trémols, A.J. y Hernández, A."Soil Map of Cuba in scale 1:500 000", *International Congress "Soil Geography: New Horizons"*, Huatulco, México., 2009.
36. Hernández, A.*Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. En La edafología y sus perspectivas al siglo XXI. Tomo I* [en línea], edit. CP-UNAM-UACH Montecillo, MEX, 2001, p. 68-74, Disponible en: <http://biblioteca.dicea.chapingo.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2981>
37. Hernández, A."New Version of Cuban Soil Classification", *Book of Abstracts International Conference and Field Workshop Soil classification 2004: 3-8 August*, edit. Krasilnikov P. Petrozavodsk, Karelia, Rusia, 2004.
38. Shishov, L.L.; Tonkonogov, V.D.; Lebedeva, I.I. y Guerasimova, M.I. "Diagnóstico y Clasificación de Suelos de Rusia (en ruso)", *Moscú: Oikumena*, 2004.
39. Hernandez Jiménez, A. *Propuesta de clasificación de suelos de Cuba sobre la base de resultados edafológicos internacionales y nacionales. Catálogo EDUNIV* [en línea], Editorial Universitaria, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 2015, p. 153, Disponible en: <http://repositorio.eduniv.cu/items/show/1113>

40. Hernández Jiménez Alberto; Pérez Jiménez, J.M.; Bosch Infante, D.; y Castro Speck, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015* [en línea], 1.^a ed., edit. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Cuba, p. 91, ISBN 978-959-7023-77-7, [Consultado: 21 de marzo de 2024], Disponible en: <https://isbn.cloud/9789597023777/clasificacion-de-los-suelos-de-cuba-2015/>
41. Hernández, A.“Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos”, *Cuban Soil Classification 2015*, Querétaro, México, 2022.
42. Krasilnikov, P.V. “Soil terminology and correlation”, *Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk*, 2002, p. 294.
43. Krasilnikov, P.; Ibáñez Martí, J.J.; Arnold, R.; y Shoba, SergheiA *Handbook of Soil Terminology, Correlation and Classification* [en línea], edit. Earthscan, London, 2009, p. 440, ISBN 978-1-84407-683-3, Disponible en: https://www.academia.edu/98525295/A_Handbook_of_Soil_Terminology_Correlation_and_Classification_edited_by_Krasilnikov_Pavel_Ib%C3%A1ez_Mart%C3%AD_Juan_Jose_Arnold_Richard_and_Shoba_Serghei
44. Gardi, C.; Angelini, M.; Barceló, S.; Comerma, J.; Cruz Gaistardo, C.; Encina Rojas, A.; Jones, A.; Krasilnikov, P.; Mendonça Santos Brefin, M.L. y Montanarella, L. *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. [en línea], edit. Luxembourg: Comisión Europea, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2014, p. 176, [Consultado: 21 de marzo de 2024], Disponible en: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1001699/1/ATLASLAC.pdf>