

La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015

Alberto Hernández-Jiménez^{1*}

Juan Miguel Pérez-Jiménez²

Dalmacio Bosch-Infante²

Nelson Castro Speck²

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

² Instituto de Suelos. Autopista Costa-Costa Apdo. 8022. Capdevila, Boyeros, La Habana

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

RESUMEN

Cuba es de los pocos países que ha desarrollado un sistema propio de clasificación de suelos, cuya última versión se preparó hace 21 años, por lo que es necesario una revisión y actualización de la misma. La actualización se realizó siguiendo las tendencias mundiales; como mantener el aspecto histórico (nombre y bases genético geográficas) y con la información edafológica disponible, modernizarla con la preparación de perfiles de diagnóstico. En esta versión, el caso de los suelos Alíticos, Ferríticos, Ferralíticos, Ferrálicos e Histosoles se establece el perfil diagnóstico para cada subtipo de suelos. Para el caso de suelos Fersialíticos, Pardo Sialíticos, Húmico Sialíticos, Vertisoles, Fluvisoles, Halomórficos y Poco Evolucionados, se establece el perfil diagnóstico hasta nivel de género. Se aplica además la actividad del hombre en el cambio de las propiedades de los suelos por el cultivo continuado, con la inclusión de subtipos de suelos agrogénicos y erogénicos. Profundiza en la clasificación antigua de Antrosoles, con la separación de tres tipos Antrosoles; se incluye el Agrupamiento de Tecnosoles con dos tipos genéticos con sus respectivos diagnósticos. Se cambia el nombre del Agrupamiento de Suelos Hidromórficos por el de Gleysoles. En la clasificación se abre un nuevo subtipo para algunos suelos que es el de eslítico. Esta versión presenta 15 Agrupamientos, 39 Tipos genéticos y 197 Subtipos de suelos.

Palabras clave: nueva versión, suelos tropicales, taxonomía, perfil del suelo, diagnóstico

Recibido: 15/03/2017

Aceptado: 30/10/2018

INTRODUCCIÓN

Cuba junto con Brasil son los únicos países de América Latina que tienen un sistema propio de clasificación de suelos ⁽¹⁾. El sistema de clasificación de suelos de Cuba (CSC) surge con el Triunfo de la Revolución Cubana en 1959, que entre sus múltiples acciones crea la naciente Academia de Ciencias de Cuba (ACC). Dentro del desarrollo de la ACC en 1965 se funda el Instituto de Suelos. Bajo las tareas de este Instituto se lleva a cabo el primer mapa básico de los suelos de Cuba (escala 1:250 000), con un sistema de clasificación basado en principios genético-geográficos, bajo la asesoría de especialistas de la República Popular China. Posteriormente, en este instituto, se recibe colaboración de especialistas de la Antigua Unión Soviética y de Francia, con los cuales se continúa las investigaciones genético-geográficas de los suelos del país y se van elaborando diversas versiones de la CSC, con revisiones periódicas entre cinco y ocho años.

Hasta el 2015 esta clasificación ha tenido seis versiones, siendo la última en este año. El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de la evolución de esta clasificación en nuestro país, que incluya los principios y características generales de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de este trabajo se tomó como referencia la tesis de segundo doctorado titulada “Propuesta de Clasificación de los Suelos de Cuba sobre la base de resultados edafológicos Internacionales y Nacionales” ⁽²⁾, la cual se fundamentó en un recuento histórico del desarrollo de la clasificación de suelos de Cuba y en el Mundo. Además de clasificar más de 2 000 perfiles de suelos de numerosas publicaciones sobre los suelos de Cuba, también se tuvo en cuenta los resultados obtenidos en la última versión de clasificación de los suelos de Cuba, elaborada en 1994 y publicada en 1999 ⁽³⁾.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recuento histórico resumido

La clasificación de suelos de Cuba se caracteriza por tener influencia de diferentes escuelas. Inicialmente Crawley, ⁽⁴⁾ presentó en su libro “Las Tierras de Cuba” una

clasificación de suelos en la cual denomina los suelos con el término de tierra y los separa por el color, la textura, el contenido en gravas y piedras. Realmente este tipo de clasificación debe considerarse como una clasificación etnoedafológica. Años después, en 1928 se publica el trabajo “The Soils of Cuba”, por los edafólogos norteamericanos H.H. Bennett y R.V. Allison, los cuales implantaron un sistema de clasificación en Series y Familias de suelos, que era el que predominaba en Estados Unidos en esa época. En este trabajo se diagnosticaron alrededor de 90 Series de Suelos, aplicada en un mapa de combinaciones de escala 1:800 000; sin clasificar los suelos de las regiones montañosas, que se pusieron en contornos generales con el término de “Escabroso”.

Dicho trabajo era poco conocido en Cuba, solamente se aplicaba por muy pocos especialistas, e incluso en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la Habana había un solo ejemplar de este libro, en inglés. No fue hasta que con el Triunfo de la Revolución Cubana en 1959, se pudo traducir al español, en 1962, con la colaboración de la Comisión Cubana de la UNESCO ⁽⁵⁾.

Con la creación del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos se trató de hacer un mapa básico escala 1:100 000 con esta clasificación, pero solamente se hizo este mapa para las provincias occidentales y parte de la antigua provincia de Las Villas. En dicho trabajo ya llegaron a diagnosticarse 227 series de suelos, sin tener en cuenta los suelos de las provincias más extensivas Camagüey y Oriente, ni los de las regiones montañosas.

A partir del año 1964, con la creación de la Dirección de Suelos en el antiguo Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA), dicha clasificación fue desarrollada, para la provincia de Camagüey. Posteriormente, bajo la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, en el Ministerio de la Agricultura, se prepara un mapa de suelos escala 1:50 000, sin las regiones montañosas, solamente con las 90 series originales del trabajo de Bennett y Allison. Este resultado, resulta poco aplicado por cuanto no diagnostica el espectro completo de suelos que existe en el país y además, para esa fecha este sistema de clasificación resulta obsoleto, incluso en los Estados Unidos.

Con el desarrollo de la Ciencia en Cuba, a partir del año 1959, y con la fundación del Instituto de Suelos en 1965, surgen otras ideas en relación con la clasificación y cartografía de suelos. Se introdujeron los principios genético-geográficos, aplicados en un mapa de suelos escala 1:250 000, bajo la asesoría de especialistas de la República Popular China, en el cual se aplicó la llamada “Clasificación Genética de los Suelos de Cuba” ^(6,7).

La clasificación genética cubana se enriqueció posteriormente, bajo la asesoría de especialistas soviéticos y franceses, que influyeron en la elaboración de la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba ⁽⁸⁾. Esta clasificación de suelos sustituyó el obsoleto sistema de Series de suelos, más comprensible y de mejor aplicación, obteniendo muy buena respuesta en la docencia, investigación y los servicios.

Un ejemplo es que la propia Dirección General de Suelos y Fertilizantes abandona el sistema de series de suelos y confecciona un mapa de suelos escala 1:25 000 para todo el país, con la segunda clasificación genética de los suelos.

Esta versión se fue enriqueciendo por revisiones y actualizaciones posteriores, con una tercera versión ⁽⁹⁾, en la cual intervienen por primera vez los edafólogos cubanos en forma independiente. Después, se prepara una cuarta versión presentada en la conferencia Internacional de Clasificación de Suelos de Alma Atá, antigua Unión Soviética ⁽¹⁰⁾.

Hasta este momento, la línea de la clasificación de suelos de Cuba se fundamentó en la génesis de los suelos, es decir, factores y procesos de formación de suelos. No obstante, en el año 1992 se preparó un proyecto para “objetivizar” la clasificación de los suelos de Cuba, se incorporaron horizontes y características de diagnósticos en relación con los factores y procesos de formación de los suelos, proyecto que concluyó en 1994, surgiendo “La Nueva Versión de Clasificación de Suelos de Cuba”, publicada en 1999 ⁽³⁾.

A partir de este momento, esta línea de trabajo en el Instituto de Suelos no se siguió sistemáticamente como se había llevado anteriormente con la revisión de versiones entre cinco y ocho años.

La Nueva Versión de Clasificación de Suelos que incorpora horizontes y características de diagnóstico, que son categorías de clasificación de suelos de la escuela norteamericana Soil Taxonomy ⁽¹¹⁾, fue reconocida como Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba en el Año 1994.

En el sistema de clasificación de suelos de Cuba, influyeron edafólogos de diferentes países; de China y antigua Unión Soviética con las bases genéticas de la clasificación; franceses, con las bases genéticas y los principios de evolución del suelo, muy importante para los suelos tropicales y la norteamericana con lo que se denomina “objetivización de la clasificación genética de los suelos” mediante la incorporación de horizontes y características de diagnóstico. Sin embargo, la clasificación cubana no resulta una copia de estas escuelas, sino que representa una línea propia, muy original para los suelos tropicales ⁽¹²⁻¹⁴⁾.

La última versión fue elaborada en 1994, hasta el 2015 han pasado más de 20 años, y al existir nuevos resultados a nivel internacional y nacional, es necesario realizar una actualización de esta clasificación.

No obstante, desde el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Alberto Hernández, en su Tesis de Segundo Doctorado titulada “Propuesta de Clasificación de los Suelos de Cuba sobre la base de resultados edafológicos Internacionales y Nacionales” ⁽²⁾, aborda esta línea de trabajo después de 20 años de elaborarse la última versión. En su trabajo de tesis, parte de dos premisas, que son una revisión de la evolución y aportes actuales de las diferentes clasificaciones de suelos en el Mundo ⁽¹⁾ y del desarrollo de la clasificación de suelos en Cuba ⁽¹⁵⁾.

Partiendo de esta propuesta un colectivo de autores analizó y perfeccionó, durante 19 sesiones de trabajo la versión publicada en el 2015 ⁽¹⁶⁾, posteriormente presentada como Conferencia en el Simposio de Génesis y Clasificación de Suelos, durante el último Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, celebrado en la Habana en junio de 2015.

Bases de la clasificación de suelos de Cuba 2015

La clasificación tiene en cuenta una serie de principios establecidos en la Clasificación de Suelos de Rusia ⁽¹⁷⁾, entre ellos:

1. Se mantiene el principio de génesis en la clasificación, el cual se fundamenta que la interacción de los factores de formación de suelos da lugar a procesos de formación, los cuales se manifiestan por horizontes principales y secundarios de diagnóstico bien definidos en la clasificación.
2. Se cumple además el principio histórico, ya que la clasificación se sigue fundamentando en la génesis de los suelos, pero en relación con horizontes y características de diagnóstico. La definición de algunos horizontes de diagnóstico son tomados de la Soil Taxonomy; como por ejemplo el argílico, nátrico, hístico y el mólico ⁽¹¹⁾.
3. Se fundamenta los diferentes suelos clasificados en el perfil diagnóstico, que fue una de las bases principales de la clasificación de suelos de Rusia ⁽¹⁷⁾ y de Referencial Pedológico Francés ⁽¹⁸⁾.

4. Se fundamenta además, en establecer suelos que han sido transformados por el hombre ya sea como subtipos agrogénicos (por el cultivo continuado) y erogénicos (por la erosión) y además profundiza en la clasificación de los Antrosoles.
5. Tiene en cuenta el principio de apertura con un Agrupamiento nuevo (Tecnosoles), tomado del World Reference Base ⁽¹⁹⁾ y subtipos nuevos como los eslíticos.
6. Toma en consideración también el principio de reproductividad, ya que propone que la clasificación sea revisada en un período no mayor de 5-10 años, con los resultados nuevos de investigaciones y de la cartografía de suelos.

Unidades taxonómicas

Las unidades taxonómicas que se adoptan son las mismas que en la versión anterior, aplicando el principio histórico, Agrupamiento, Tipo genético, Subtipo, Género, Especie, Variedad de suelos.

Agrupamientos: reúnen tipos de suelos que tienen en común el proceso principal de formación y su grado de evolución, en relación con la interacción de los factores de formación. Ellos en su mayoría se definen por el horizonte principal que se diagnostica por sus características morfológicas y su composición químico-mineralógica, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Agrupamientos de suelos en relación con el proceso de formación y el horizonte principal de diagnóstico

Agrupamiento	Proceso de formación	Horizonte principal
Alítico	Alitización	Horizonte B alítico
Ferrítico	Ferritización	Horizonte B férrico
Ferralítico	Ferralitización	Horizonte B ferralítico
Ferrálico	Ferralitización incompleta	Horizonte B ferrálico
Fersialítico	Fersialitización	Horizonte B fersialítico
Pardo Sialítico	Sialitización	Horizonte B siálico
Húmico Sialítico	Humificación	Horizonte A humificado
Vertisol	Vertisolización	Horizonte A ó B vértico
Gleysol	Gleyzación	Propiedades gléyicas
Halomórfico	Salinización, Solonetización	Horizonte sálico ó nátrico
Fluvisol	Proceso aluvial	Propiedades flúvicas
Histosol	Acumulación de turba	Horizonte Hístico
Poco Evolucionado	Sin proceso definido	Sin horizonte principal definido
Antrosol	Antropogénesis	Horizonte antrópico por acción del hombre en la agricultura
Tecnosol	Antropogénesis	Horizonte antrópico por acción del hombre en actividades técnicas

Tipo genético: es la unidad taxonómica básica de la clasificación y comprende aquellos suelos que presentan una manifestación clara del proceso de formación con un grado de desarrollo análogo que se define por el horizonte principal y alguna característica de diagnóstico.

Subtipo de suelo: en esta versión de clasificación de suelo, siguiendo los principios novedosos presentados en la última versión de la clasificación de suelos de Rusia ⁽¹⁷⁾ y del Referencial Pedológico Francés ⁽¹⁸⁾, el subtipo de suelos se establece sobre la base del perfil diagnóstico. Esta línea de trabajo se basa en una serie de indicadores para cada horizonte genético que se crean según sus propiedades. Es decir, cada subtipo de suelos tiene un perfil en el cual se indica qué propiedades tiene en el horizonte A, el horizonte B y el horizonte C. Para la elaboración de los perfiles diagnóstico en esta clasificación, se revisaron alrededor de 1600 perfiles de suelos publicados, con sus descripciones y datos analíticos.

En la clasificación se elimina el subtipo típico, apareciendo el subtipo háplico, ⁽¹⁹⁾ cuando los suelos no tienen ninguno de los horizontes principales y secundarios o características de diagnóstico que los definen en cualquier otro subtipo de suelos.

Género de suelo: está determinado por la naturaleza del material de origen, que le confiere al suelo sus características químico-mineralógicas, ya sea en suelos jóvenes como los Pardos Sialíticos o evolucionados como Ferralíticos, Ferríticos y Alíticos. Además, por el grado de saturación, y el lavado de los carbonatos.

Especie de suelo: representa la principal unidad de clasificación empleada en la cartografía detallada. Las especies se diferencian por las variaciones cuantitativas de las principales propiedades del género, que son a su vez los índices sustanciales del horizonte genético.

Las propiedades que definen las diferentes especies de suelos son: la profundidad del solum, el contenido en materia orgánica, contenido en nódulos ferruginosos, el grado de erosión, intensidad de la gleyzación, composición de sales. En el caso de los Histosoles se determina por el espesor del horizonte hístico.

Variedad de suelo: esta unidad es definida en base a la textura del suelo calculado por el porcentaje de las fracciones determinadas por el análisis mecánico. Para determinar la textura debe seguirse el método internacional del triángulo textural (según la última versión en español de la clasificación Soil Taxonomy ⁽¹¹⁾). Además, las variedades se establecen por el esqueleto (graviliosidad y pedregosidad).

Horizontes y características de diagnóstico

En la clasificación se emplean horizontes y características de diagnóstico. Los horizontes de diagnóstico son de dos tipos:

Horizontes principales: se forman por el proceso principal de formación del suelo (PPFS) y sirve para clasificar en su mayoría los Agrupamientos de suelos. Constituyen horizontes de referencia formados por el PPFS como ferritización, alitización, ferralitización, vertisolización, gleyzación, etc. Estos procesos se definen adecuadamente en el libro “El Suelo: Fundamentos de su formación, cambios globales y su manejo” ⁽²⁰⁾.

Horizontes secundarios: son horizontes de diagnóstico que pueden presentarse en cualquier parte del perfil y que se utilizan junto con los horizontes principales y alguna característica de diagnóstico para clasificar los Tipos genéticos de suelos. Ellos se definen por procesos secundarios naturales y antropogénicos como: formación de carbonatos secundarios, lixiviación, lavado lateral del horizonte con deferrificación, formación incipiente de horizonte B, diferentes grados de descomposición del horizonte hístico, diferencias en la intensidad de la humificación del horizonte A, formación de nódulos

ferruginosos (concreciones o perdigones), formación de bloques petroféricos (corazas lateríticas o bloques de mocarrero), cambio de las propiedades de los suelos por el cultivo continuado (evolución agrogénica o erogénica) o por el cultivo del arroz.

Los Horizontes principales son: Alítico, Férrico, Ferralítico, Ferrálico, Fersiálico, Siálico, Humificado, Vértico, Sálico, Nátrico, Hístico, Antrópico agrícola y Antrópico técnico.

Los Horizontes secundarios son: Agrogénico, Álbico, Antrácuico, Argílico, Erogénico, Cálculo, Compactado, Empardecido, Hidratado, Hidrágrico, Hístico fibrico, Hístico méxico, Hístico sáprico, Húmico saturado, Húmico desaturado, Hiperhúmico, Mullido, Nodular ferruginoso y Petroférico.

Las Características de Diagnóstico son: contacto lítico, contacto paralítico, características de color pardo rojizo, características de color rojo, características de color amarillo, características arénicas, con contenido variable de carbonatos, dístrico, éutrico, propiedades gléyicas, propiedades estágnicas, propiedades vérticas, propiedades eslíticas, propiedades flúvicas, propiedades salinas, propiedades sódicas, sedimento arenoso, sin carbonatos, subacuático.

Además en la clasificación se introducen al igual que en la clasificación de suelos de la WRB los denominados Materiales de Diagnóstico, que hasta ahora son: Artefactos, materiales transportados nodular ferruginosos, materiales límnicos y capa de abonos orgánicos.

Cada una de estas categorías de clasificación (Horizontes de diagnóstico, tanto principales como secundarios; características de diagnóstico y materiales de diagnóstico) tienen su definición, lo que permite su rápida identificación en el campo, permitiendo de esta forma la concepción filosófica de que el “perfil habla”.

Códigos para los horizontes y características de diagnóstico

Para preparar el perfil diagnóstico de cada suelo que se estudia es necesario establecer códigos de cada una de las categorías anteriormente mencionadas. De esta forma en la clasificación se presentan los códigos siguientes:

Para los Horizontes de Diagnóstico

Horizontes Principales:

1. Alítico - al
2. Férrico - frt

3. Ferralítico - fral
4. Ferrálico - frc
5. Fersiálico - frs
6. Siálico - sial
7. Humificado - h
8. Vértico - v
9. Sálico - sa
10. Nátrico - na
11. Hístico - H
12. Antrópico agrícola – antag
13. Antrópico técnico - antt

Horizontes Secundarios:

1. Agrogénico - ag
2. Álbico - ab
3. Antrácuico - atc
4. Argílico - t
5. Cálxico - ca
6. Compactado - cp
7. Erogénico – er
8. Empardecido - emp
9. Hidrágrico - hdg
10. Hidratado - hd
11. Hístico fíbrico - Hf
12. Hístico sáprico - Hs
13. Hístico méxico - Hm
14. Hiperhúmico h₁
15. Húmico saturado - h
16. Húmico desaturado - hd
17. Mullido - m
18. Nodular ferruginoso - nf
19. Petroférrico - ptf

Características de diagnóstico:

- Propiedades gléyicas - g
- Propiedades estágnicas - st

- Propiedades vérticas – (v)
- Propiedades eslélicas- sl
- Propiedades salinas- (sa)
- Características arénicas - r
- Propiedades sódicas - (na)
- Con contenido variable de carbonatos- k
- Sin carbonatos – no se pone nada
- Subacuático - sq

Materiales de diagnóstico:

- Artefactos – art
- Materiales transportados nodular ferruginoso – mtnf
- Materiales límnicos – lim
- Materiales orgánicos- org

Otros subindicadores:

- Piso de arado – pa
- Graviliosidad – gr
- Cuarcítico – q

En la clasificación se define además el sistema de horizontes genéticos (horizontes A, B, C, R); el diagnóstico de cada una de las categorías de clasificación (horizontes, características y materiales de diagnóstico) en los diferentes horizontes genéticos, constituye la preparación de los perfiles diagnóstico, que permiten clasificar los Agrupamientos, Tipos y Subtipos de suelos. En otras palabras, independientemente de registrar los factores de formación del suelo en un paisaje determinado, cuando se abre el perfil hay que ver que propiedades tiene en cada horizonte genético, para conformar la clasificación preliminar del suelo.

Ejemplos de la clasificación para el agrupamiento de suelos ferralíticos

En un suelo rojo profundo formado de roca caliza, ya sea en la Habana, Matanzas o Ciego de Ávila, hay que analizar si el horizonte principal es ferralítico o ferrálico. Si es ferralítico, se diagnostica el horizonte Bfral. Si el horizonte A tiene en un espesor de 20 cm o mayor, una estructura granular, de color pardo rojizo o rojo oscuro, es de esperar un contenido en materia orgánica igual o mayor de 4 %, entonces es un Ah (húmico) que

seguramente tiene un grado de saturación mayor de 50 %. La característica de diagnóstico es color rojo, y si tiene un horizonte B argílico, entonces es Bt. El perfil diagnóstico es Ah-Btfral-C. El suelo se clasifica como Ferralítico Rojo Lixiviado, húmico. Si por el contrario este suelo ha sido muy cultivado con un color rojo en superficie, agregados gruesos y posible o no formación de piso de arado, entonces el A no es húmico sino agrogénico; por lo que el perfil diagnóstico es Aag-Btfral-C y se clasifica en este caso como Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico. Si este último perfil de suelo no tiene horizonte B argílico entonces el suelo no es lixiviado, el suelo cae dentro del tipo genético Ferralítico Rojo y el perfil diagnóstico es Aag-Bfral-C y se clasifica como subtipo Ferralítico Rojo agrogénico.

A continuación se presenta como ejemplos la aplicación de esta clasificación para el Agrupamiento de suelos Ferralíticos.

Agrupamiento de suelos ferralíticos

Los suelos Ferralíticos se caracterizan por tener un horizonte B ferralítico que puede ser lixiviado o no, presentándose tanto en llano como en montaña. Se forman por el proceso de ferralitización, bajo diferentes tipos de rocas, pero la forma más extensiva es sobre roca caliza en regiones llanas.

Son de perfil ABC y ABtC, de color rojo, rojo amarillento y amarillento, con capacidad de intercambio catiónico (CIC) en arcilla menor de 20 cmol kg^{-1} y pueden ser éutricos o dístricos. Dentro del grupo se diagnostican y clasifican tres tipos genéticos de suelos:

- Ferralítico Rojo
- Ferralítico Rojo Lixiviado
- Ferralítico Amarillento Lixiviado

Tipo genético de suelo Ferralítico Rojo

Los suelos Ferralíticos Rojos se encuentran formados a partir de roca caliza, en relieves jóvenes dentro de las llanuras de La Habana y Matanzas. Son de perfil ABC, con un horizonte B ferralítico, pero sin lixiviación y con características de diagnóstico de color rojo. Por lo general son suelos saturados con pH entre 6 y 7. Dentro del tipo se encuentran varios Subtipos, cuyos perfiles diagnóstico se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de los Subtipos de suelos Ferralíticos Rojos, con sus perfiles de diagnóstico correspondientes.

Tipo genético de suelos	Subtipos de suelos	Perfiles diagnóstico
Ferralítico Rojo (FRR)	FRR hiperhúmico	Ah ₁ -Bf _{ral} -Cf _{ral}
	FRR húmico	Ah-Bf _{ral} -Cf _{ral}
	FRR húmico y compactado	Ah-Bf _{ral} cp-Cf _{ral}
	FRR hidratado	A-B ₁ f _{ral} -B ₂ ₁ f _{ral} hd-B ₂ ₂ f _{ral} hd-B ₃ f _{ral} hd
	FRR agrogénico	Aag-Bf _{ral} -Cf _{ral}
	FRR agrogénico, compactado e hidratado	Aag-Bf _{ral} cp-Ccphd
	FRR agrogénico y nodular ferruginoso	Aag-Bf _{ral} nf-C
	FRR agrogénico, hidratado y nodular ferruginoso	Aagnf-B ₁ f _{ral} nf-B ₂ f _{ral} hdnf-C
	FRR háplico	A-Bf _{ral} -C

Este Tipo con los nueve Subtipos de suelos clasificados solo tienen dos Géneros; éútrico (tiene grado de saturación por bases igual o mayor del 50 %) y dístrico (tiene grado de saturación por bases menor del 50 %)

Las Especies de suelos se separan por los mismos indicadores que para los suelos Ferríticos; es decir, por la profundidad, el contenido en materia orgánica, el grado de erosión y el contenido de concreciones.

Las Variedades de suelos se establecen por la textura, predominando diferentes variantes de textura arcillosa.

Tipo genético de suelo Ferralítico Rojo Lixivado

Son suelos de perfil ABtC, generalmente con corteza de intemperismo más potente que los suelos Ferralíticos Rojos, con un horizonte principal ferralítico, también Bt argílico y características de color rojo. La CIC en arcilla es menor de 20 cmol kg⁻¹.

Dentro del tipo se encontraron numerosos Subtipos de suelos (10 Subtipos), los cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de los Subtipos de suelos Ferralíticos Rojos Lixivados, con sus perfiles de diagnóstico correspondientes.

Tipo genético de suelos	Subtipos de suelos	Perfiles diagnóstico
Ferralítico Rojo Lixiviado (FRRL)	FRRL hiperhúmico	Ah ₁ -B ₂ tfral- B ₃ fral-Cfral
	FRRL húmico	Ah-AB-B ₁ fral-B ₂ tfral-B ₃ fral- Cfral
	FRRL húmico, hidratado y gléyico	Ah-Btfral-Cfral
	FRRL húmico desaturado	Ah-B ₁ fralhd-B ₂ thd-B ₃ hdg-C
	FRRL nodular ferruginoso	Ah-B ₁ tfralnfr-B ₂ tfral-C
	FRRL compactado	A-Btfralcp-Cfral
	FRRL arénico	Aar-ABar-Btfral-Btfral-C
	FRRL agrogénico	Aag-Btfral-Cfral
	FRRL agrogénico y nodular ferruginoso	Aag-AB-B ₁ tfral-B ₂ tfralnfr; también BtfralCnf
	FRRL agrogénico, nodular ferruginoso y gléyico en profundidad	Aagnf-B ₁ tfralnfr-B ₂ tfralnfr-B ₃ tfralnfr-Cg
		Aag-B ₁ tfralnfr-B ₂ tfralnfr-

Los Géneros de suelos se determinan sobre la base del grado de saturación por bases (éutrico o dístrico) y la presencia de cuarzo (cuarcítico).

Por su parte las Especies de suelos se diagnostican también por los indicadores de los suelos del tipo Ferralítico Rojo.

Para las Variedades de suelos se presenta diferencias mayores que para los suelos Ferralíticos Rojos, ya que se tienen desde arenosas hasta arcillosas.

Tipo genético de suelo Ferralítico Amarillento Lixivado

Son suelos Ferralíticos Amarillentos Lixiviados que tienen siempre nódulos ferruginosos, de perfil ABtC, en los que predomina el color amarillo-amarillento, a veces con manchas rojizas. Presentan CIC en arcilla menor de 20 cmol kg⁻¹. En la Tabla IV se presentan los Subtipos de suelos correspondientes.

Tabla 4. Clasificación de los Subtipos de suelos Ferralíticos Amarillentos Lixivados, con sus perfiles de diagnóstico correspondientes

Tipo genético de suelos	Subtipos de suelos	Perfiles diagnóstico
Ferralítico	FRAL húmico desaturado	Ahd-Btfralnf-Cfralnf
Amarillento Lixivado (FRAL)	FRAL húmico, nodular ferruginoso gléyico	Ah-Btfralnf-Cfralg o también Ahnf-Btfralnf-Cfralg
	FRAL agrogénico, nodular ferruginoso y gléyico	A ₁₁ ag-A ₁₂ nf-Btfralg-Cg o también Aag-Btfralgnf-Cnfg
	FRAL arénico, nodular ferruginoso y gléyico	Aar-Btnf-Cgnf

Los Géneros se determinan por el grado de saturación por bases (dístrico o éutrico), si hay depósitos binarios y por la presencia de cuarzo (cuarcítico)

Especies: la profundidad, el porcentaje de nódulos ferruginosos, el contenido en materia orgánica y la intensidad de la erosión (cuando está presente).

Variedades: por la textura, predominan franco arenosos, franco arcillosos y arcillosos.

CONCLUSIONES

- Con esta versión de Clasificación de Suelos de Cuba 2015, se recupera una línea de trabajo que desde hace 21 años no se actualizaba. Debe recordarse que esta Clasificación de Suelos resulta uno de los logros científicos más importantes de la agricultura en Cuba.
- Esta versión resulta una Taxonomía de Suelos y en la misma se incluyen criterios novedosos que se están aplicando actualmente a nivel internacional.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la publicación de esta versión de clasificación de suelos de Cuba 2015.
2. Debe ser introducida en las instituciones de investigación, docencia, y los servicios, en un período no mayor de tres años.
3. Después de su introducción debe aprobarse como versión de clasificación de suelos a nivel nacional, por lo que a partir de ese momento debe aplicarse a nivel nacional.
4. Es necesario establecer una comisión nacional para la revisión y actualización de esta clasificación de suelos en un período no mayor de 5-10 años.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández Jiménez A, Ascanio MO, Pérez JM. Aspectos importantes en el desarrollo y estado actual de la clasificación de suelos en el mundo. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2014. 83 p.
2. Hernández Jiménez A. Propuesta de clasificación de suelos de Cuba sobre la base de resultados edafológicos internacionales y nacionales [Internet] [Tesis de Doctorado]. [Mayabeque, Cuba]: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; [cited 2019 Feb 13]. 157 p. Available from: <http://beduniv.reduniv.edu.cu/index.php?page=13&id=1436&db=1>
3. Hernández Jiménez A. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura; 1999. 64 p.
4. Crawley JT. Las tierras de Cuba [Internet]. Santiago de Las Vegas, La Habana: Estación Experimental Agronómica. Boletín No. 28; 1916. 86 p. Available from: http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i23605_002.pdf
5. Bennett HH, Allison RV. Los suelos de Cuba [Internet]. La Habana, Cuba: Comisión Nacional de Cuba de UNESCO; 1962. 380 p. Available from: <https://www.worldcat.org/title/suelos-de-cuba/oclc/15279317?referer=di&ht=edition>
6. Hernández Jiménez A, Ascanio O, Pérez JM. Informe sobre el Mapa Genético de los Suelos de Cuba, a escala 1: 250 000. Revista Agricultura. 1971;IV(1):1–21.
7. de Cuba A de C. Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba; 1973. 353 p.
8. Hernández Jiménez A, Pérez J, Bosch O. Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. Vol. 23. La Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba. Serie Suelos; 1975. 1-25 p.
9. de Cuba A de C. Clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos; 1979. 14 p.
10. Hernández Jiménez A, Ascanio O, Camacho E, Pérez J., Marrero A, Cárdenas A, et al. Genetic classification of Cuban Soils. In: Soil Classification. Reports or the International Conference on Soil Classification. Alma Atá, USSR: Centre for international Projects: Centre for international Projects; 1988. p. 155–7.
11. Ortíz C, Gutiérrez M del C, Gutiérrez EV. Claves para la Taxonomía de Suelos. Soil Survey Staff [Internet]. 11th ed. Washington, DC: USDA-Natural Resources Conservation Service; 2010 [cited 2019 Mar 4]. 365 p. Available from:

<https://www.researchgate.net/publication/302946477> Claves para la Taxonomía de Suelos Undécima edición Traducción

12. Krasilnikov PV. Soil terminology and correlation. Second edition. Petrozabodsk, Rusia: Karelian Research Centre RAS. UDK. 631.445; 2002. 294 p.

13. Krasilnikov P, Hernández Jiménez A. Soil classifications and their correlations. Soil classification of Cuba. In: Krasilnikov P, Martí J-JI, Arnold R, Shoba S, editors. A handbook of soil terminology, correlation and classification. London: Earthscan; 2009. p. 271–6.

14. Gardi C, Angelini M, Barceló S, Comerma J, Cruz C, Encina A, et al. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe [Internet]. Luxembourg: Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995; 2014. 176 p. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8zrudv-vgAhVop1kKHSTHCKoQFjAGegQIBhAC&url=https%3A%2F%2Fainfo.cnptia.embrapa.br%2Fdigital%2Fbitstream%2Fitem%2F113237%2F1%2FATLAS-LAC.pdf&usq=AOvVaw392llfE0FqrbGq6R7N9hc7>

15. Hernández Jiménez A, Ascanio MO, Morales M, León A. La historia de la clasificación de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Félix Varela; 2006. 98 p.

16. Hernández Jiménez A, Pérez J, Bosch D, Castro N. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.

17. Shishov LL, Tonkonogov VD, Lebedeva II, Guerasimova MI. Diagnóstico y Clasificación de Suelos de Rusia (en ruso). Moscú, Rusia: Moscú: Oikumena; 2004. 341 p.

18. Baize D. A Sound Reference Base for Soils: the “Referentiel Pedologique.” Paris: INRA Editions; 1998. 324 p.

19. FAO and IUSS. World reference base for soil resources 2014 [Internet]. Rome: FAO; 2015 [cited 2018 Apr 4]. 203 p. (Reports No. 106.). Available from: www.fao.org/3/i3794en/I3794EN.pdf

20. Hernández Jiménez A, Ascanio M, Morales M, Bojórquez JI, García N, García JD. El suelo: fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. 1ra ed. Tepic, Nayarit; México: Universidad Autónoma de Nayarit; 2006. 255 p.

The soil classification of Cuba: emphasis in the 2015 version

Alberto Hernández-Jiménez^{1*}

Juan Miguel Pérez-Jiménez²

Dalmacio Bosch-Infante²

Nelson Castro Speck²

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

² Instituto de Suelos. Autopista Costa-Costa Apdo. 8022. Capdevila, Boyeros, La Habana

* Author for correspondence. ahj@inca.edu.cu

ABSTRACT

Cuba is among the few countries that have developed its own soil classification system, the latest version, 21 years ago, so it is necessary to review and update it. This update should be on the basis of the new results in soil classification in the world. So that, in our paper we are taking in account the historical principle (that is the name of the soils, and the genetic geographic basis) and with the information available, try to improve the soil classification with the establishment of diagnostic profile. In our soil classification system for Alitic, Ferritic, Ferralitic Ferralic and Histosol is prepare dagnostic soil profile until soil subtypes. In the case of Fersiallitic, Siallitic Brown, Siallitic Humic, Vertisols, Fluvisols, Halomorphic and Few Developed Soils Groups, diagnosis profile is stablished until genus level. This classification results a Soil Taxonomy until soil subtypes or soil genus, unlike the previous classifications. We are applying also the anthropic influence in the change of soil properties, with new agrogenic and erogenic soil subtypes. In the Group of Anthrosol there are new soil types and there is a new soil group named Tecnosol with two soil types. The name of Hydromorphic soil group is changed by Gleysol and there is a new soil subtype named slitic. This version has 15 groupings, 39 genetic types and 197 subtypes of soils.

Key words: New version, taxonomy, tropical soils, Soil profile, diagnosis

INTRODUCTION

Cuba together with Brazil are the only countries in Latin America that have their own soil classification system ⁽¹⁾. The system of classification of soils of Cuba (CSC) arises with the Triumph of the Cuban Revolution in 1959 that between its multiple actions creates the nascent Academy of Sciences of Cuba (ACC). The Institute of Soils was founded within the development of the ACC in 1965. Under the tasks of this Institute, the first basic map of Cuban soils is carried out (scale 1: 250 000), with a classification system based on genetic-geographical principles, under the advice of specialists from the People's Republic of China. Later, in this institute, collaboration is received from specialists of the Former Soviet Union and France, with which the genetic-geographical investigations of the soils of the country are continued and different versions of the CSC are being elaborated, with periodic reviews between five and eight years.

Until 2015 this classification has had six versions, being the last one in this year. The objective of this work is to perform an analysis of the evolution of this classification in our country, including the principles and general characteristics of it.

MATERIALS AND METHODS

For the elaboration of this work, the second doctorate thesis entitled "Proposal of Classification of the Soils of Cuba based on International and National edaphological results" was taken as reference ⁽²⁾, which was based on a historical account of the development of the classification of soils in Cuba and in the World. In addition to classifying more than 2 000 soil profiles of numerous publications on Cuban soils, the results obtained in the latest version of soil classification in Cuba, elaborated in 1994 and published in 1999 ⁽³⁾, were also taken into account.

RESULTS AND DISCUSSION

Counting historical summary

The soil classification of Cuba is characterized by having influence of different schools. Initially Crawley, ⁽⁴⁾ presented in his book "The Lands of Cuba" a classification of soils in which he names the soils with the term of land and separates them by color, texture, content in gravels and stones. Actually this type of classification should be considered as an ethno-edaphological classification. Years later, in 1928 the work "The Soils of Cuba"

was published by the American soil scientists H.H. Bennett and R.V. Allison, which implemented a classification system in Series and Families of soils, which was the one that predominated in the United States at that time. In this work about 90 Series of Soils were diagnosed, applied in a map of 1: 800 000 scale combinations; without classifying the soils of the mountainous regions, which were put in general contours with the term "Scabrous".

This work was little known in Cuba, it was only applied by very few specialists, and even in the Faculty of Agronomy of the University of Havana there was only one copy of this book, in English. It was not until the triumph of the Cuban Revolution in 1959 that it was translated into Spanish in 1962, with the collaboration of the Cuban Commission of UNESCO ⁽⁵⁾.

With the creation of the National Institute of Hydraulic Resources an attempt was made to make a basic map scale 1: 100 000 with this classification, but only this map was made for the western provinces and part of the old province of Las Villas. In this work 227 series of soils have already been diagnosed, without taking into account the soils of the more extensive Camagüey and eastern provinces, nor those of the mountainous regions. Since 1964, with the creation of the Soils Department in the former National Agrarian Reform Institute (INRA), this classification was developed for the province of Camagüey. Subsequently, under the National Soil and Fertilizer Directorate, in the Ministry of Agriculture, a 1:50 000 scale soil map is prepared, without the mountainous regions, only with the original 90 series of work by Bennett and Allison. This result is scarcely applied because it does not diagnose the complete spectrum of soils that exist in the country and, in addition, by that date this classification system is obsolete, even in the United States.

With the development of Science in Cuba, starting in 1959, and with the foundation of the Institute of Soils in 1965, other ideas arise in relation to soil classification and cartography. The genetic-geographical principles were introduced, applied in a 1: 250 000 scale soil map, under the advice of specialists of the People's Republic of China, in which the so-called "Soil Genetic Classification of Cuba" was applied ^(6, 7).

The Cuban genetic classification was later enriched, under the advice of Soviet and French specialists, who influenced the elaboration of the Second Genetic Classification of the Soils of Cuba ⁽⁸⁾. This classification of soils replaced the obsolete Soil Series system, more understandable and better applied, obtaining a very good response in teaching, research and services.

An example is that the General Directorate of Soils and Fertilizers itself abandons the system of soil series and produces a soil map of 1:25 000 scale for the whole country, with the second genetic classification of soils.

This version was enriched by revisions and later updates, with a third version ⁽⁹⁾, in which Cuban edaphologists intervene for the first time independently. Afterwards, a fourth version presented at the International Soil Classification Conference of Alma Atá, former Soviet Union ⁽¹⁰⁾ is prepared.

Up to this moment, the line of soil classification in Cuba was based on the genesis of soils, that is, factors and processes of soil formation. However, in 1992 a project was prepared to "objectify" the classification of Cuban soils, horizons and characteristics of diagnoses were incorporated in relation to the factors and processes of soil formation, a project that ended in 1994, emerging "The New Version of Classification of Soils of Cuba", published in 1999 ⁽³⁾.

As of this moment, this line of work in the Soil Institute was not systematically followed as it had been previously with the review of versions between five and eight years.

The New Soil Classification Version that incorporates horizons and diagnostic features, which are soil classification categories of the US school Soil Taxonomy ⁽¹¹⁾, was recognized as the Annual Prize of the Cuban Academy of Sciences in 1994.

In the soil classification system of Cuba, edaphologists from different countries influenced; from China and former Soviet Union with the genetic bases of classification; French, with the genetic bases and the principles of soil evolution, very important for tropical soils and the North American so-called "objectification of the genetic classification of soils" by incorporating horizons and diagnostic features. However, the Cuban classification is not a copy of these schools, but represents a unique line, very original for tropical soils ⁽¹²⁻¹⁴⁾.

The last version was elaborated in 1994, until 2015 more than 20 years have passed, and since there are new results at an international and national level, it is necessary to update this classification.

However, from the National Institute of Agricultural Sciences, Alberto Hernández, in his Second Doctorate Thesis entitled "Proposal for the Classification of Soils of Cuba based on International and National Edaphological Results" ⁽²⁾, addresses this line of work after 20 years of developing the latest version. In his thesis work, he starts from two premises, which are a revision of the evolution and current contributions of the different

classifications of soils in the World ⁽¹⁾ and of the development of soil classification in Cuba ⁽¹⁵⁾.

Based on this proposal, a group of authors analyzed and perfected, during 19 work sessions, the version published in 2015 ⁽¹⁶⁾, later presented as a Conference in the Genesis Symposium and Classification of Soils, during the last National Congress of Science of the Soil, held in Havana in June 2015.

Bases of the classification of soils of Cuba 2015

The classification takes into account a series of principles established in the Soil Classification of Russia ⁽¹⁷⁾, including:

1. The principle of genesis is maintained in the classification, which is based on the fact that the interaction of soil formation factors gives rise to formation processes, which are manifested by well-defined main and secondary diagnostic horizons in the classification.
2. The historical principle is also fulfilled, since the classification is still based on the genesis of the soils, but in relation to horizons and diagnostic characteristics. The definition of some diagnostic horizons are taken from the Soil Taxonomy; as for example the argillic, natric, histic and the mollic ⁽¹¹⁾.
3. It bases the different soils classified in the diagnostic profile, which was one of the main bases of the soil classification of Russia ⁽¹⁷⁾ and French Pedological Reference ⁽¹⁸⁾.
4. It is also based on establishing soils that have been transformed by man either as agrogenic subtypes (by continuous cultivation) and by erosive (by erosion) and also deepens the classification of Antrosols.
5. It takes into account the opening principle with a new Grouping (Technosols), taken from the World Reference Base ⁽¹⁹⁾ and new subtypes such as stilic.
6. It also takes into account the principle of productivity, since it proposes that the classification be revised in a period no longer than 5-10 years, with the new results of research and soil mapping.

Taxonomic units

The taxonomic units that are adopted are the same as in the previous version, applying the historical principle, Grouping, Genetic Type, Subtype, Genus, Species, and Soil Variety.

Groupings: they gather types of soils that have in common the main process of formation and its degree of evolution, in relation to the interaction of the factors of formation. They are mostly defined by the main horizon that is diagnosed by its morphological characteristics and its chemical-mineralogical composition, as shown in Table 1.

Table 1. Soil clustering in relation to the formation process and the main diagnostic horizon

Grouping	Training process	Main horizon
Alitic	Alitization	Alitic B horizon
Ferritic	Ferritization	B ferric horizon
Ferralitic	Ferralitization	B ferralitic horizon
Ferral	Incomplete ferralitization	B ferral horizon
Fersialitic	Fersialization	B fersialitic horizon
Brown Sialitic	Sialitization	B sialic horizon
Humic Sialitic	Humification	A humified horizon
Vertisol	Vertisolization	A horizon or B vertic
Gleysol	Gleyzation	Gleyic properties
Halomorphic	Salinization, Solonchization	Salic or natric horizon
Fluvisol	Alluvial process	Fluvic properties
Histosol	Peat accumulation	Histic Horizon
Little Evolved	Without defined process	Without a defined main horizon
Anthrosol	Anthropogenesis	Anthropic horizon by action of man in agriculture
Tecnosol	Anthropogenesis	Anthropic horizon by man's action in technical activities

Genetic type: is the basic taxonomic unit of the classification and includes those soils that present a clear manifestation of the formation process with a similar degree of development that is defined by the main horizon and some diagnostic characteristic.

Soil subtype: in this soil classification version, following the novel principles presented in the latest version of the soil classification of Russia ⁽¹⁷⁾ and the French Pedological Reference ⁽¹⁸⁾, the soils subtype is established on the basis of diagnostic profile. This line of work is based on a series of indicators for each genetic horizon that are created according to their properties. That is to say, each subtype of soils has a profile in which it is indicated what properties it has in the A horizon, the B horizon and the C horizon.

For the elaboration of the diagnostic profiles in this classification, around 1600 soil profiles were reviewed published, with their descriptions and analytical data.

In the classification the typical subtype is eliminated, appearing the haplic subtype, ⁽¹⁹⁾ when the soils do not have any of the main and secondary horizons or diagnostic characteristics that define them in any other subtype of soils.

Soil genus: it is determined by the nature of the source material, which gives the soil its chemical-mineralogical characteristics, whether in young soils such as Sialitic Brown or evolved as Ferralitic, Ferritic and Alitic. In addition, for the degree of saturation, and the washing of the carbonates.

Soil species: represents the main classification unit used in detailed cartography. The species are differentiated by the quantitative variations of the main properties of the genus, which are in turn the substantial indices of the genetic horizon.

The properties that define the different soil species are: the depth of the solum, the content in organic matter, content in ferruginous nodules, the degree of erosion, intensity of gleyzation, composition of salts. In the case of Histosols, it is determined by the thickness of the tissue horizon.

Soil variety: this unit is defined based on the soil texture calculated by the percentage of the fractions determined by the mechanical analysis. To determine the texture, the international textural triangle method must be followed (according to the latest Spanish version of the Soil Taxonomy classification.) In addition, the varieties are established by the skeleton (amount of gravels and stoniness).

Horizons and diagnostic characteristics

In the classification horizons and diagnostic characteristics are used. Diagnostic horizons are of two types:

Main horizons: they are formed by the main process of soil formation (PPFS) and it serves to classify the majority of the soil groupings. They constitute reference horizons formed by the PPFS as ferritization, alitization, ferralitization, vertisolization, gleyzation, etc. These processes are properly defined in the book "The Soil: Fundamentals of its formation, global changes and its management" ⁽²⁰⁾.

Secondary horizons: are diagnostic horizons that can occur anywhere in the profile and are used together with the main horizons and some diagnostic feature to classify the genetic types of soils. They are defined by natural and anthropogenic secondary processes

such as: formation of secondary carbonates, leaching, lateral washing of the horizon with deferrification, incipient formation of the B horizon, different degrees of decomposition of the histic horizon, differences in the intensity of humification of the A horizon, formation of ferruginous nodules (concretions or pellets), formation of petroferric blocks (lateritic armor or blocks of mocarrero), change of the properties of the soils by the continued cultivation (agronic or erogenic evolution) or by the cultivation of rice.

The main Horizons are: Alicyclic, Ferric, Ferralitic, Ferralic, Fersialic, Sialic, Humid, Vertic, Salic, Natric, Histic, Anthropic, agricultural and Anthropic technician.

The secondary horizons are: Agrogenic, Albic, Anthracic, Argillic, Erogenic, Calcic, Compacted, Brownish, Hydrated, Hidragric, Hific fibric, Histic mesic, Histic satc, Humic saturated, Humic desaturated, Hyperhumic, Mollic, Nodular ferruginous and Petroferric.

The diagnostic characteristics are: lithic contact, paralytic contact, reddish brown characteristics, red color characteristics, yellow characteristics, arénic characteristics, with variable content of carbonates, dístric, eutric, gleyic properties, static properties, vertic properties, slitic properties, fluvic properties, saline properties, sodium properties, sandy sediment, carbonate-free, underwater.

In addition, the so-called Diagnostic Materials, which up to now are: Artifacts, Ferruginous nodular transported materials, limnic materials and organic fertilizer layer are introduced in the classification as in the WRB soil classification.

Each of these classification categories (diagnostic horizons, both main and secondary, diagnostic features and diagnostic materials) have their definition, allowing their rapid identification in the field, thus allowing the philosophical conception that the "profile speaks".

Codes for horizons and diagnostic characteristics

To prepare the diagnostic profile of each soil under study, it is necessary to establish codes for each of the aforementioned categories. In this way the following codes are presented in the classification:

For diagnostic horizons

Main Horizons:

1. Alitic - al
2. Ferric - frt

3. Ferralitic - fral
4. Ferral - frc
5. Fersialic - frs
6. Sialic - sial
7. Humified - h
8. Vertic - v
9. Salic - sa
10. Natric - na
11. Histic - H
12. Agricultural anthropic – antag
13. Technical anthropic - antt

Secondary Horizons:

1. Agrogenic - ag
2. Albic - ab
3. Antraquic - atc
4. Argilic - t
5. Calcic - ca
6. Compacted - cp
7. Hydrogenic - er
8. Brownish - emp
9. Hidragric - hdg
10. Hydrated - hd
11. Fibric tissue - Hf
12. Sapphic tissue - Hs
13. Histic mesic - Hm
14. Hyperhumic h1
15. Saturated humic - h
16. Humic desaturated - hd
17. Mollic - m
18. Nodular ferruginous - nf
19. Petroferric - ptf

Diagnostic features:

- Gleyic properties - g
- Static Properties - st

- Vertic properties - (v)
- Slitic properties - sl
- Salt properties- (sa)
- Arenic characteristics - r
- Natric properties - (na)
- With variable carbonate-k content
- Without carbonates - nothing is put
- Underwater - sq

Diagnostic materials:

- Artifacts - art
- Materials transported nodular ferruginous - mtnf
- Limnic materials - lim
- Organic materials- org

Other sub-indicators:

- Plow floor - pa
- Gravelity - gr
- Quartzitic – q

In the classification, the system of genetic horizons is also defined (horizons A, B, C, R); the diagnosis of each one of the classification categories (horizons, characteristics and diagnostic materials) in the different genetic horizons, constitutes the preparation of the diagnostic profiles, which allow classifying the clusters, types and subtypes of soils. In other words, independently of registering the factors of soil formation in a given landscape, when the profile is opened it is necessary to see what properties it has in each genetic horizon, to conform the preliminary classification of the soil.

Examples of the classification for the grouping of ferralitic soils

In a deep red soil formed of limestone, whether in Havana, Matanzas or Ciego de Ávila, we must analyze whether the main horizon is ferralitic or ferralic. If it is ferralitic, the Bfral horizon is diagnosed. If the horizon A has a thickness of 20 cm or more, a granular structure, of reddish brown or dark red color, we expect an organic matter content equal to or greater than 4 %, then it is an Ah (humic) that surely It has a degree of saturation greater than 50 %. The diagnostic feature is red, and if it has an argillic B horizon, then it

is Bt. The diagnostic profile is Ah-Btfral-C. The soil is classified as Ferralitic Red lixivate, humic. If on the contrary this soil has been very cultivated with a red color on the surface, thick aggregates and possible or not formation of a plow, then the A is not humic but agrogenic; so the diagnostic profile is Aag-Btfral-C and is classified in this case as Red Ferralitic Lixivate agrogenic. If this last soil profile does not have an argillic B horizon then the soil is not lixivate, the soil falls within the Ferralitic Red genetic type and the diagnostic profile is Aag-Bfral-C and it is classified as Agrogenic Red Ferralitic subtype.

The application of this classification for the grouping of Ferralitic soils is presented as examples below.

Grouping ferralitic soil

Ferralitic soils are characterized by having a ferralitic B horizon that can be lixivated or not, occurring in both plain and mountain. They are formed by the ferralitization process, under different types of rocks, but the most extensive form is limestone in flat regions.

They are of profile ABC and ABtC, of red color, red yellowish and yellowish, with capacity of cationic interchange (CIC) in clay smaller than 20 cmol kg^{-1} and can be eutric or dystic. Within the group, three genetic types of soils are diagnosed and classified:

- Ferralitic Red
- Ferralitic Red Lixivate
- Yellowish ferralitic lixivate

Genetic type of soil Ferralitic Red

Red ferralitic soils are formed from limestone, in young reliefs in the plains of Havana and Matanzas. They are of ABC profile, with a ferralitic B horizon, but without leaching and with diagnostic characteristics of red color. They are usually saturated soils with pH between 6 and 7. Within the type are several subtypes, whose diagnostic profiles are shown in Table 2.

Table 2. Classification of the Subtypes of Red Ferralitic soils, with their corresponding diagnostic profiles

Genetic type of soil	Soil subtypes	Diagnostic profiles
Ferralitic Red	Hyperhumic FRR	Ah ₁ -Bf _{ral} -Cf _{ral}
	Humic FRR	Ah-Bf _{ral} -Cf _{ral}
	Humic and compacted FRR	Ah-Bf _{ral} cp-Cf _{ral}
	Hydrated FRR	A-B ₁ f _{ral} -B ₂ ₁ f _{ral} hd-B ₂ ₂ f _{ral} hd-B ₃ f _{ral} hd
	Agrogenic FRR	Aag-Bf _{ral} -Cf _{ral}
	Agrogenic, compacted and hydrated FRR	Aag-Bf _{ral} cp-Ccphd
	Agrogenic and nodular ferruginous FRR	Aag-Bf _{ral} nf-C
	Agrogenic, hydrated and nodular ferruginous FRR	Aagnf-B ₁ f _{ral} nf-B ₂ f _{ral} hdnf-C
	FRR haplic	A-Bf _{ral} -C

This type with the nine subtypes of classified soils only have two genera; eutric (has a degree of saturation by bases equal to or greater than 50%) and dystic (has a degree of saturation pro bases less than 50%)

Soil species are separated by the same indicators as for Ferritic soils; that is, by the depth, the content in organic matter, the degree of erosion and the content of concretions.

Varieties of soils are established by texture, with different variations of clay texture prevailing.

Genetic soil type Red Ferralitic lixivate

They are ABtC soil profile, usually with weathering crust more powerful than Ferralitic red soils with a ferralitic main horizon, and argillic Bt also features red. The CIC in clay is less than 20 cmol kg⁻¹.

Within the type numerous soil subtypes were found (10 Subtypes), which are shown in Table 3.

Table 3. Classification of the Subtypes of Red Ferralitic Soils Lixiviate with their corresponding diagnostic profiles.

Genetic type of soil	Subtypes of soils	Diagnostic profiles
Ferralitic Red	Hyperhumic FRRL	Ah ₁ -B ₂ tfral- B ₃ fral-Cfral
Lixiviate (FRRL)	FRRL humic	Ah-AB-B ₁ fral-B ₂ tfral-B ₃ fral- Cfral Ah-Btfral-Cfral
	FRRL humic, hydrated and glyceemic	Ah-B ₁ fralhd-B ₂ thd-B ₃ hdg-C
	humic FRRL desaturated	Ahd-Btfral-Cfral
	FRRL nodular ferruginous	Ah-B ₁ tfralnf-B ₂ tfral-C
	FRRL compacted	A-Btfralcp-Cfral
	FRRL arsenic	Aar-ABar-Btfral-Btfral-C
	Agrogenic FRRL	Aag-Btfral-Cfral
	FRRL agrogenic and nodular ferruginous	Aag-AB-B ₁ tfral-B ₂ tfralnf; also Aag-B ₁ tfralnf-B ₂ tfralnf-BtfralCnf
	FRRL agrogenic, nodular ferruginous and gleyic in depth	Aagnf-B ₁ tfralnf-B ₂ tfralnf-B ₃ tfralnf-Cg

Soil genera are determined based on the degree of saturation by bases (eutric or dystic) and the presence of quartz (quartzitic).

On the other hand, soil species are also diagnosed by soil indicators of the Ferralitic Red type.

For Soil Varieties there are greater differences than for Red Ferralitic soils, since they range from sandy to argillaceous.

Genetic soil type Ferralitic yellowish Lixiviate

They are yellowish Ferralitic lixiviate soils that always have ferruginous nodules, of ABtC profile, in which the yellow-yellowish color predominates, sometimes with reddish spots. They present CIC in clay smaller than 20 cmol kg⁻¹. In Table IV the corresponding soil subtypes are presented.

Table 4. Classification of the subtypes of Ferralitic yellowish lixiviate soils, with their corresponding diagnostic profiles

Genetic type of soil	Subtypes of soils	Diagnostic profiles
Yellowish lixiviate (FRAL)	Ferralitic FRAL humic desaturated	Ahd-Btfralnf-Cfralnf
	FRAL humic, nodular ferruginous gleyic	Ah-Btfralnf-Cfralg or also Ahnf-Btfralnf-Cfralg
	FRAL Agrogenic, nodular ferruginous and gleyic	A ₁₁ ag-A ₁₂ nf-Btfralg-Cg or also Aag-Btfralgnf-Cnfg
	FRAL arnic, nodular ferruginous and gleyic	Aar-Btnf-Cgnf

The genders are determined by the degree of saturation by bases (dystric or eutric), if there are binary deposits and by the presence of quartz (quartzitic).

Species: the depth, the percentage of ferruginous nodules, the content in organic matter and the intensity of erosion (when present).

Varieties: for the texture, sandy loam predominates, loamy clayey and clayey.

CONCLUSIONS

- With this version of Classification of Soils of Cuba 2015, a line of work is recovered that for 21 years has not been updated. It should be remembered that this Classification of Soils is one of the most important scientific achievements of agriculture in Cuba.
- This version results in a Soil Taxonomy and includes innovative criteria that are currently being applied internationally.

RECOMMENDATIONS

1. The publication of this version of the classification of soils of Cuba 2015 is recommended.
2. It must be introduced in research institutions, teaching, and services, in a period not exceeding three years.
3. After its introduction, it must be approved as a soil classification version at the national level, so from that moment on it should be applied at the national level.
4. It is necessary to establish a national commission for the revision and updating of this classification of soils in a period no longer than 5-10 years.