Ciencias de la Tierra y el Espacio, enero-junio, 2018, Vol.19, No. 1, pp. 1-9 ISSN 1729-3790

Actualización de la taxonomía de suelos orgánicos de Cuba (Histosoles)

Efrén Jaimez Salgado

Instituto de Geofísica y Astronomía, Dpto. de Geología Ambiental, Geofísica y Riesgos.
Calle 212 Nº 2906 e/ 29 y 31, La Coronela, municipio La Lisa, La Habana, CUBA, CP 11 600. Mailto:
ejaimez@iga.cu; jaimezefren@gmail.com

Recibido: noviembre 2017	Aceptado: enero 2018

Resumen

Se presenta una actualización de la taxonomía de suelos orgánicos de Cuba (con más de 8,0 % de Carbono orgánico), bajo la misma línea de trabajo de la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, con el objetivo de que la misma pueda ser utilizada como guía de campo, para la identificación "in situ" de estos suelos, en los territorios con ciénagas costeras. Se definen ocho tipo de suelos *hísticos* (*Histosoles Fíbrico, Mésico, Sáprico, Léptico, Hídrico, Compuesto, Recubierto, y Transformado*) y once subtipos asociados (típico, fíbrico, mésico, sáprico, límnico, térrico, interestratificado, drenado, cultivado, sulfídico (o tiónico), y sulfático), a partir del análisis morfológico – descriptivo de 250 perfiles. El grado de salinidad del *histosol*, determinado por conductividad eléctrica, pasa a formar parte del género del suelo en la sistemática presentada.

Palabras clave: taxonomía, orgánicos, *hísticos*, *histosol*, suelos.

Updating of Cuban organic soils taxonomy (Histosol)

Abstract

An updating in the organic soils taxonomy of Cuba (with more 8,0 % of organic carbon) is presented, in the same working line of the New Version of the Cuban Soil Genetic Classification, with the objective of this one can use as field guide, for identification 'in situ' of this soils in territories with presence of coastal swamp. Eight types of *histic* soils (*Histosols Fíbrico, Mésico, Sáprico, Léptico, Hídrico, Compuesto, Recubierto, and Transformado*) and eleven associate subtypes are defined (típico, fíbrico, mésico, sáprico, límnico, térrico, interestratificado, drenado, cultivado, sulfídico [or tiónico], and sulfático), from the morphological – descriptive method. The salinity degree of *histosols* is analyzed by electrical conductivity and now, this aspect go to soil genus on the systematic presented.

Key words: organic, *histic*, *histosols*, soils

1. Introducción

En septiembre de 1994, se celebró en playa Girón, Ciénaga de Zapata, Matanzas, el Simposio Internacional Humedales' 94 patrocinado por el CITMA. Un año después de este importante evento, Jaimez Salgado y Juan E. González (1995), daban a conocer una nueva propuesta de sistemática para los suelos orgánicos de todas las ciénagas de Cuba (*histosoles*), basada en un gran número de perfiles, que habían sido aportados a los autores, por colegas del Departamento de Ecología del Paisaje, del Instituto de Ecología y Sistemática. En esta nueva propuesta de sistemática, que seguía la línea emprendida por el Instituto de Suelos, encaminada hacia una Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, los autores identificaron un total de ocho nuevos tipos de suelos *hísticos* o *histosoles*. Sin embargo, por razones aún no muy claras, cuatro años más tarde la editorial AGRINFOR del Ministerio de la Agricultura (MINAG), publicó la referida Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, apareciendo en ella sólo tres, de los ochos tipos de suelos orgánicos mencionados, propuestos por Jaimez Salgado y Juan E. González (Op. Cit), en el marco del Simposio Internacional Humedales' 94.
En el presente trabajo, se realiza una revisión y actualización de la sistemática de este agrupamiento de suelos, propios de los humedales de Cuba y de gran parte del mundo (por tratarse de suelos azonales), la cual puede ser de gran utilidad como guía de campo, para la identificación "in situ" de éste gran grupo de suelos de gran importancia ecológica y energética; todo ello, dentro de la misma línea edafológica emprendida por la Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Instituto de Suelos, 1999), pero con la inserción en este caso, de los cinco nuevos tipos genéticos propuestos en Humedales' 94, que no aparecen descritos luego, en la obra científica antes citada (Instituto de Suelos, Op. Cit).

2. Materiales y Métodos

La propuesta de contribución que sometemos a su consideración, tiene como antecedentes, la experiencia acumulada en nuestro país en materia de clasificación de suelos orgánicos (Instituto de Suelos, 1973, 1975, 1980), con la inserción ahora, en esta nueva línea de sistemática de suelos, de los horizontes de diagnóstico, también llamados en ocasiones horizontes de referencia, que en el caso que nos ocupa, se trata del horizonte *hístico.* Lo anterior, parte de las tendencias mundiales existentes actualmente, en materia de taxonomía de suelos (FAO – Unesco, 1998; World Reference Base, 2003; USDA, 2006), asumidas por el sistema de clasificación de suelos en Cuba, a partir del año 1995 (Instituto de Suelos, 1999). La definición e inserción de los horizontes de diagnóstico u horizontes de referencia, posibilita acotar en un margen concreto, propiedades y características de diagnóstico del suelo que se relacionan directa o indirectamente con su génesis, en un determinado espesor dentro de los horizontes edáficos.
El trabajo tiene como fundamentación metodológica, el análisis morfológico - descriptivo, de más de doscientos perfiles de suelos, procedentes de diferentes ciénagas cubanas, obtenidos por gentileza de colegas del Departamento de Ecología del Paisaje, del Instituto de Ecología y Sistemática. Para la elaboración de la propuesta, se realizó un estudio comparativo en las diferentes clasificaciones internacionalmente reconocidas, de aquellos aspectos relacionados con los suelos orgánicos o *histosoles* (suelos que poseen más de un 8,0 % de carbono orgánico en su horizonte de diagnóstico u horizonte *hístico*); una parte importante de los cuales, pueden ser adaptados a nuestras condiciones tropicales, por tratarse de suelos azonales (que no obedecen a ninguna distribución geográfica zonal, de acuerdo con su génesis).
Finalmente, el grado de salinidad de cada *histosol*, es determinado experimentalmente mediante el método de conductividad eléctrica en la solución del suelo, y en esta nueva sistemática, este aspecto pasa a formar parte del género del suelo (lo mismo ocurre, en los restantes 13 agrupamientos de suelos, de la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, Instituto de Suelos, Op. Cit).

3. Resultados y discusión

El agrupamiento de suelos *hísticos* o simplemente *Histosol*, es un término que proviene del griego "histos" que significa tejidos (en este caso, restos de tejidos orgánicos descompuestos o semidescompuestos, procedentes de la vegetación natural del humedal de ciénaga). Para la determinación de los tipos y subtipos de *Histosoles*, se han reconocido tres horizontes principales de diagnóstico o de referencia y un grupo de características de diagnóstico, las cuales pueden o no estar presentes en ciertos casos. Los horizontes de diagnóstico son incorporados en esta nueva sistemática, a propuesta del grupo de expertos del Instituto de Suelos del MINAG (Instituto de Suelos, 1999), basado en la existencia real en nuestros humedales, de determinados espesores de estos horizontes, en cada tipo de *Histosol*.

Ellos son: los horizontes *hístico fíbrico* (HF), *hístico mésico* (HM), e *hístico sáprico* (HS), cuya presencia o dominancia en el perfil, definirá el tipo de suelo orgánico de que se trate y su grado de evolución. Las características de diagnóstico, definen fundamentalmente a los subtipos de suelos, pero pueden definir también en casos casos especiales, a otros tipos de *Histosoles*, en los que no existe un horizonte principal dominante. A grandes rasgos, las características de diagnóstico son: presencia de un material límnico, presencia de material terroso, presencia de capas de marga, el tipo de modificación del suelo, la presencia de sulfuros, o de manchas de jarosita (sulfato de aluminio), presencia de turba flotante, etc.
Como resultado, se definen no tres, sino ocho tipo de suelos *hísticos* o *histosoles* (*Fíbrico, Mésico, Sáprico, Léptico, Hídrico, Compuesto, Recubierto, y Transformado*) y hasta once subtipos derivados (típico, fíbrico, mésico, sáprico, límnico, térrico, interestratificado, drenado, cultivado, sulfídico o tiónico, y sulfático),

3.1. Características que definen los horizontes de diagnóstico.

Horizonte hístico fíbrico (HF): Contiene al menos 2/3 de fibras vegetales muy poco descompuestas, estructura vegetal fácilmente identificable a simple vista, ausencia de materia orgánica amorfa. Al exprimirse, el líquido que percola es claro y limpio. El residuo que queda en las manos no es pastoso. La densidad aparente es inferior a 0.1 Mg/m^3.
Horizonte hístico mésico (HM): Contiene entre 1/3 y 2/3 de fibras vegetales semidescompuestas. La descomposición del material vegetal es de media a fuerte. Las estructuras vegetales son poco identificables o aún distinguibles. La proporción de materia orgánica amorfa es de media a elevada. Cuando se presiona una muestra de suelo embebido en agua del humedal, el líquido que percola es turbio y coloreado (de color pardo o café). El residuo que queda entre los dedos de la mano es ligeramente pastoso. La densidad aparente del suelo, oscila entre 0.1 y 0.18 Mg/ m^3.
Horizonte hístico sáprico (HS): Contiene menos de 1/3 de fibras. La descomposición del material vegetal es de muy fuerte a total. Las estructuras vegetales originales no son apreciables a simple vista. La proporción de materia orgánica amorfa es muy elevada. Se trata de un horizonte negro, grasiento al tacto, con estructura continua. Al exprimirlo, casi todo el material pasa entre los dedos y el líquido que percola con él, es de color negro. El residuo en las manos es muy poco importante, formado solamente por algunos desechos lignosos no descompuestos. La densidad aparente de este horizonte es mayor a 0.18 Mg/m^3. En todos los casos, los horizontes *hísticos* aquí definidos tienen un contenido de carbono orgánico, siempre mayor del 8,0 %.

3.2. Tipo y subtipos de suelos

Tipo *Histosol Fíbrico*: Contiene un horizonte HF continuo, de 60 cm o más de espesor (Fig. 1).



Fig. 1. *Imagen de la WEB, de un Histosol Fíbrico típico, mostrando los tejidos orgánicos, claramente discernibles a simple vista en el horizonte hístico fíbrico, dominante de manera continua en más de 60 cm, del espesor del perfil. Fuente:www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/BMRHistosoles.htm*

Subtipos de suelos del *Histosol Fíbrico*:

Típico (HFt): No tiene un horizonte HM de más de 25 cm, ni un horizonte HS de más de 12 cm de espesor.
Mésico (HFm): Contiene un horizonte HM de más de 25 cm, pero menor de 40 y no tiene un horizonte HS de más de 12 cm de espesor.
Sáprico (HFs): Contiene un horizonte HS de más de 12 cm de espesor y menor de 40, y puede o no contener un horizonte HM menor de 25 cm (Fig. 2).
Límnico (HFl): Presencia de un material límnico de más de 5 cm, bajo los primeros 60 cm del horizonte HF.
Interestratificado (HFi): Presencia de capas de marga interestraficada, las cuales generan discontinuidad en los materiales orgánicos del perfil del suelo. Los espesores acumulados de todas estas capas, están comprendidos entre 5 y 30 cm, o más.
Térrico (HFt): Presentan bajo los primeros 60 cm del horizonte HF, un material terroso, casi siempre de color ocre o rojizo. Este subtipo de Histosol Fíbrico, es común en gran parte de la Ciénaga Sur de la Habana; en especial, al norte del Dique Sur.



Fig. 2. Imagen de un *Histosol Fíbrico*, subtipo *Sáprico*, en el que son claramente discernibles las fibras orgánicas (arriba) y un estrecho horizonte hístico sáprico (debajo), con menos de 1/3 de fibras vegetales (*Cortesía: Dr. Daniel Ponce de León Lima*)

Tipo *Histosol Mésico*: Contiene un horizonte HM continuo, de más de 40 cm de espesor.

Subtipos de suelos del *Histosol Mésico*:

Típico (HMt): No contiene un horizonte HF de más de 25 cm de espesor, ni un horizonte HS de más de 12 cm.
Fíbrico (HMf): tiene un horizonte HF de más de 25 cm de espesor (pero menor de 60) y no tiene un horizonte HS de más de 12 cm de espesor.
Sáprico (HMs): tiene un horizonte HS de más de 12 cm de espesor pero menor de 40 y puede o no tener un horizonte HF menor de 25 cm.

Límnico (HMl): presenta un material límnico de más de 5 cm, bajo los 40 cm del perfil del suelo.
Interestratificado (HMi): Los espesores acumulados de capas de margas interestraficadas están comprendidos entre 5 y 30 cm o más.
Térrico (HMt): Presentan por debajo de los primeros 40 cm, un material terroso, casi siempre de color ocre o rojizo.

Tipo *Histosol Sáprico*: Contiene un horizonte HS de más de 40 cm de espesor se aprecia en Fig. 3.



Fig. 3. Imagen de la WEB, de un suelo tipo *Histosol Sáprico*, mostrando el horizonte orgánico muy descompuesto, con más de 40 cm de espesor y sin fibras vegetales claramente discernibles a simple vista (< 2/3 de fibras vegetales)
Fuente: www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/BMRHistosoles.htm

Subtipos de suelos del *Histosol Sáprico*:

Típico (HSt): No contiene un horizonte HF ni un horizonte HM de más de 25 cm de espesor.
Fíbrico (HSf): Tiene un horizonte HF de más de 25 cm de espesor y menor de 60, y no un horizonte HM de más de 25 cm.
Mésico (HSm): Tiene un horizonte HM de más de 25 cm de espesor y menor de 40, y puede o no tener un horizonte HF menor de 25 cm.
Límnico (HSl): presenta un material límnico de más de 5 cm, bajo los 40 cm del horizonte HS.
Interestratificado (HSi): Los espesores acumulados de capas de margas interestraficadas están comprendidos entre 5 y 30 cm o más.
Térrico (HMt): Presentan un material terroso por debajo de los 40 cm superiores del HS, casi siempre de color ocre o rojizo.

Tipo *Histosol Compuesto* (HC): Para que un *histosol* sea considerado ***Compuesto***, no puede contener un HF, un HM, o un HS que sea dominante de forma continua dentro del perfil del suelo, o lo que es igual, éste suelo debe

contener un horizonte HF comprendido entre 25 y 60 cm (no mayor de 60); contener además un horizonte HM entre 25 y 40 cm (no mayor de 40) y/o un HS entre 12 y 40 cm de espesor (no mayor de 40), dentro del perfil del *Histosol*.

Subtipos de suelos del *Histosol Compuesto:*

Estos pueden ser a semejanza de los anteriores: típico (responde las características del tipo), límnico, interestratificado, y térrico.

Tipo *Histosol Recubierto* (HR): Contiene un material mineral (marga), por encima de los horizontes *hísticos* más o menos sobre los 40 cm de espesor (en algunos humedales costeros fuera del contexto de la Ciénaga de Zapata, el espesor de marga que recubre al histosol puede ser un poco menor (20 – 25 cm de espesor) como sucede en la Ciénaga Sur de Güira de Melena).

Subtipos de suelos del *Histosol Recubierto*: pueden ser fíbrico, mésico, o sáprico, según la proporción del contenido de fibras vegetales del horizonte hístico que domine debajo de la marga.

Tipo *Histosol Hídrico* (HH): Se trata de un caso especial de *histosoles*, el cual reposa o flota sobre el agua, entre los 40 y los 160 cm de profundidad. Se corresponde, con lo que se ha llamado en Ecología como, "turbas flotantes". Según el tipo de horizonte que domine, se distinguirán los subtipos fíbricos, mésico, y sáprico.

Tipo *Histosol Transformado* (HT): Los histosoles naturales pueden haber sido profundamente transformados por intervención del hombre, tras el drenaje artificial de las ciénagas y humedales. Los subtipos pueden ser ***Histosol Transformado drenado*** e ***Histosol Transformado cultivado***.

Tipo *Histosol Léptico* (HL): Se caracteriza por la presencia de horizontes hísticos de más de 10 cm de espesor, los cuales reposan sobre un sustrato duro o blando (roca madre o capa de marga) y el contacto con la roca o la marga subyacente, tiene lugar antes de los 40 cm, si el horizonte hístico es un HM o un HS, o antes de los 60 cm, si el horizonte hístico es un HF, pero con la presencia de sólo un tipo de horizonte *hístico* (sin combinaciones de estos). Los subtipos de suelos pueden ser, al igual que en el tipo anterior, fíbrico, mésico, o sáprico, de acuerdo a las características del horizonte hístico predominante.

3.3 Otros subtipos de histosoles

Sulfídico o Tiónico: este subtipo contiene al menos 0,75 % de azufre (**S**) en peso seco, sobre en forma de sulfuros. El pH puede estar por debajo de 2 (muy ácido). Para su diagnóstico en el campo es necesario determinar el pH; para ello se vierte una muestra de peróxido o agua oxigenada (H_2O_2) al horizonte hístico, en proporción de 1:1 y se mide el salto del pH.
Sulfático: En este subtipo, el pH es también muy ácido (inferior a 3,5 midiéndolo en el suelo con el mismo procedimiento empleado para el subtipo anterior). El horizonte se caracteriza por presentar manchas amarillas de diferentes tamaños (manchas con Hue 2,5 Y o más amarillas en la Tabla Munsell de colores y chroma igual o mayor que 6). Los sulfatos están presentes en estas manchas bajo la forma de jarosita ($AlSO_4$) o natrojarosista ($NaAlSO_4$), con tenores de S > 0.75 % en peso seco del suelo. Este subtipo en particular, es la llamada "turba rubia" por las personas naturales de la Ciénaga de Zapata, Cuba, cuyo nombre vernáculo responde al color amarillo de sus grandes manchas.

4. Consideraciones generales sobre la distribución geográfica de los *histosoles* cubanos

De una muestra de 250 perfiles de *histosoles* cubanos (cortesía del Departamento de Ecología del Paisaje, Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA), el 40 % de ellos se corresponde con el tipo *Histosol Léptico*, en tanto un 24 % corresponde a *Histosol Mésico* y un 12 % es compartido por los *histosoles Fibricos* y *Compuestos*, respectivamente. Sólo .uUn 8,0 % del total de la muestra, correspondió a los *Histosoles Recubiertos*, en tanto apenas un 4,0 % corresponde a *Histosol Sáprico*, el más evolucionado desde el punto de vista edáfico, dentro de este agrupamiento de suelos no agrícolas. El gráfico que se muestra en la Fig. 4, ofrece una mejor comprensión del comportamiento en la distribución de los *histosoles* en Cuba, de acuerdo con la muestra.

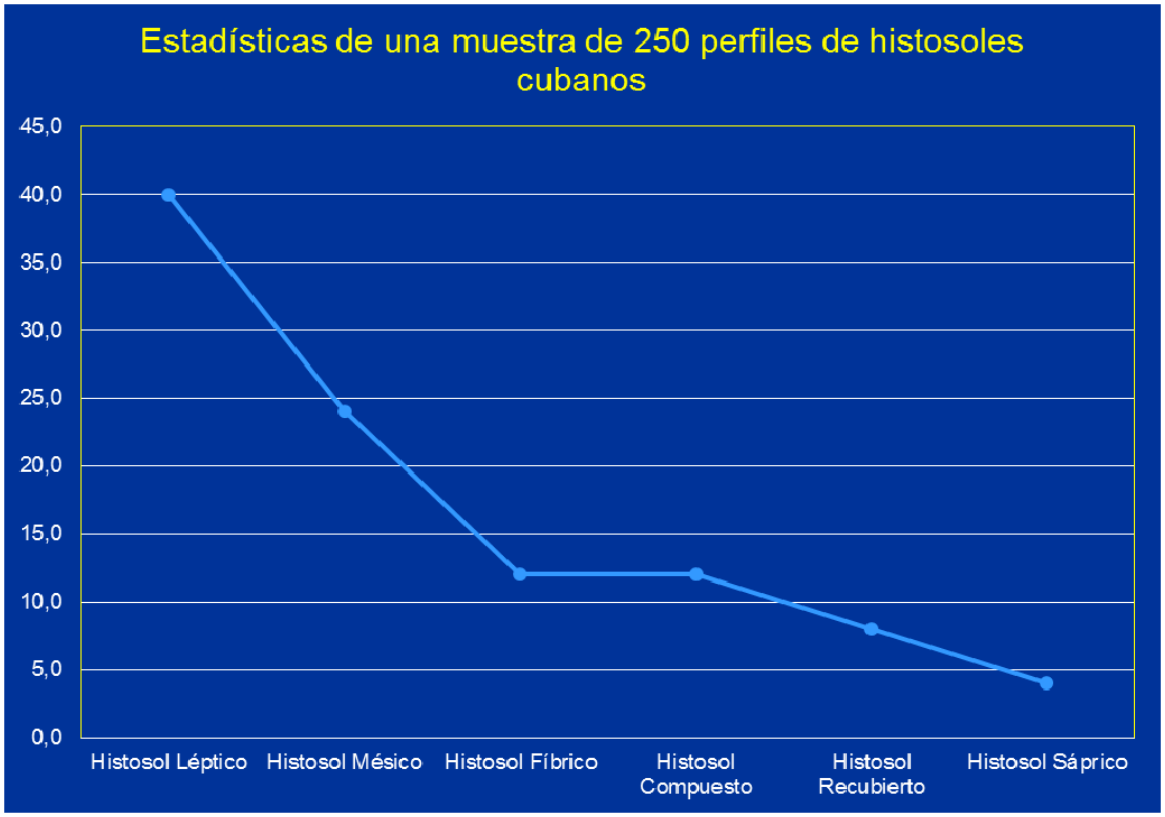


Fig. 5. Comportamiento estadístico de una muestra de 250 perfiles de *suelos hísticos* (histosoles), de ciénagas cubanas, obtenidos por cortesía del Departamento de Ecología del Paisaje, Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA

Como se aprecia en fig. 5, existe una notable diferencia en la amplitud del tipo *Histosol Léptico* (predominante) seguido en segundo lugar por el *Histosol Mésico*, en comparación con los restantes tipos, lo que consideramos que podría estar relacionado con la marcada juventud geológica y edáfica de todas nuestras ciénagas y pantanos, así como el efecto erosivo combinado, de las frecuentes penetraciones del mar en estas zonas bajas, en tiempos de galernas.

Conclusiones

1. Ocho tipos de suelos *hísticos* (Histosoles*)*, en lugar de tres que habían sido caracterizados antes en la Nueva Versión Genética de los Suelos de Cuba (Instituto de Suelos, 1999), se describen en esta propuesta, a partir del método morfológico – descriptivo de perfiles de suelos orgánicos (con más de 8,0 de C orgánico), distribuidos en los humedales de ciénagas de Cuba. Estos son: *Fíbrico, Mésico, Sáprico, Léptico, Hídrico, Compuesto, Recubierto, y Transformado.*
2. Hasta once subtipos asociados, han sido descritos en esta nueva propuesta de sistemática. Ellos son: típico, fíbrico, mésico, sáprico, límnico, térrico, interestratificado, drenado, cultivado, sulfídico (tiónico) y sulfático.
3. El grado de salinidad del *histosol* determinado por conductividad eléctrica, pasa en esta propuesta a formar parte del género del suelo y no de los subtipos genéticos, como sucedía en la versión de clasificación anterior (Instituto de Suelos, 1980).
4. El 40 % de los *histosoles* cubanos corresponde al tipo *Histosol Léptico*, en tanto sólo un 4,0 % pertenece al tipo *Histosol Sáprico* (el más evolucionado desde el punto de vista edáfico), lo que se al parecer se relaciona

con la marcada juventud geológica de todas nuestras ciénagas y pantanos, así como el efecto erosivo combinado de las frecuentes penetraciones del mar.

Recomendaciones

- Trabajar en lo posible, en la ampliación del tamaño del muestreo de suelos orgánicos (histosoles), en ciénagas y pantanos de toda Cuba, lo cual permita obtener estadísticas mejores y más confiables, en cuanto a la dominancia de tipos y subtipos, así como sus condiciones de formación, en cada uno de los casos.

Agradecimientos

(*Dedicatoria: A la memoria del Dr. Fernando Ortega Sastriques; maestro, amigo, compañero; pionero de las clasificaciones de suelos cenagosos en Cuba y en homenaje a la recién desaparecida colega, Dra. Leda Menéndez Carrera*)

Al Dr. Alberto Hernández Jiménez, Instituto de Suelos, por haberme invitado a revisar y organizar la nueva sistemática de los suelos orgánicos (*histosoles*), como parte del proyecto original para la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Al Dr. Juan Elio González, por su apoyo en la revisión del trabajo original y por habernos acompañado en su primera versión, presentada en el Simposio Internacional Humedales' 94, Playa Girón, Matanzas. A mí estimada e inolvidable colega, Dra. Leda Menéndez Carrera, del Departamento de Ecología del Paisaje, Instituto de Ecología y Sistemática, por su gentileza en apoyar nuestro trabajo con la autorización para poner a nuestra disposición, más de doscientos perfiles de suelos orgánicos de manglares, obtenidos en diferentes ciénagas costeras del país, los cuales fueron claves, para la nueva sistemática. Al Dr. C. Ángel Priego, también del Departamento de Ecología del Paisaje, con quien interactuamos directamente por entonces, en la recepción, análisis, e interpretación de los perfiles de suelos, Al Dr. C. Daniel Ponce de León Lima, por sus opiniones críticas en la revisión del original. A la Lic. Norma Borrego Ojeda, del Instituto de Geofísica y Astronomía del CITMA, por la gran acogida al trabajo para su publicación y por su inestimable ayuda, para su adecuación final a las normas editoriales de la revista.

Referencias Bibliográficas

FAO–UNESCO. 1998. Leyenda revisada del "*Mapa Mundial de Suelos a escala* 1: 5000 000. FAO. Roma. 1988. *Informe sobre recursos mundiales de suelos*. Ed., por Caballas y col., Santiago de Compostela, España: 119 pp.

Instituto de Suelos, 1973. *Génesis y Clasificación de los Suelos de Cuba* (Texto explicativo del Mapa Genético de los Suelos de Cuba, escala 1: 250 000). Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, 315 pp.

Instituto de Suelos. 1975. *Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. *Serie Suelos* (23): 1 - 25.

Instituto de Suelos. 1980. *Clasificación Genética de los Suelos de Cuba***.** Editorial Academia. La Habana, 28 pp.

Instituto de Suelos. 1999. *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. AGRINFOR, Ministerio de la Agricultura. La Habana, 64 pp.

Jaimez, E.; J. E. González.1995. Propuesta de sistemática para los suelos cenagosos en el marco de la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba. *Memorias del II Simposio Internacional Humedales´ 94*. Editorial Academia: 183 – 186.

USDA (2006): *Claves para la Taxonomía de Suelos*. (Soil Survey Staff. 10$^{ma.}$ Edición). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Washington DC, 331 pp.

World Reference Base. 2003. *Mapa Mundial de Suelos* a escala 1: 30 000 000.World Soil Resources. FAO, EC, ISRIC, 1998.

Acerca del autor:

Efrén José Jaimez Salgado: Doctor en Ciencias Geográficas en octubre de 2008. Investigador auxiliar del CITMA desde junio de 2012. Profesor auxiliar Universidad de la Habana en 2013. Ha realizado investigaciones científicas a lo largo de todo el país y en la República del Ecuador. Tiene más de setenta publicaciones científicas en temáticas ambientales, geología carso y suelos. Actualmente es Jefe del Departamento de Geología Ambiental, Geofísica y Riesgo y miembro del Consejo Científico del Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA; además miembro de la Sociedad Espeleológica de Cuba y de la Sociedad Cubana de Geología.