

GRUPOS DE SUELOS Y SU DISTRIBUCIÓN EN LAS ÁREAS DEL INGENIO CENTRAL MOTZORONGO, VERACRUZ, MÉXICO

I. A. Gómez[✉], A. Hernández, M. O. Ascanio, M. E. Sánchez, J. L. Durán, Ledy Benítez, R. Villegas, D. Ponce de León y M. López

ABSTRACT. This report is one of the results from some studies performed in the raw material supply area of Central Motzorongo mill, Veracruz, Mexico, which consisted of knowing soil characteristics, classification and distribution. Starting from a photo-interpretation work and drilling 1310 observation points, sugarcane-growing soils were mapped. Afterwards, the study was enlarged and the World Reference Base classification was applied to the entire area. Due to the complexity and interaction between formation factors, different formation processes have been shown in the studied area and soils of the humid tropical regions were found together with some younger ones. Then, 12 referential groups of soils were identified and characterized. Among these groups, Acrisols, Nitisols, Phaeozems and Luvisols are the most extended soils.

Key words: soil genesis, soil classification, databases, Veracruz

RESUMEN. El presente trabajo es uno de los resultados de los estudios realizados en el área de abastecimiento de materia prima del ingenio Central Motzorongo de Veracruz, México, que consistió en conocer las características, clasificación y distribución de los suelos. Partiendo de un trabajo de fotointerpretación y tomando 1310 puntos de observación con barrena, se realizó el mapeo de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar. Con posterioridad, se amplió el estudio y en toda el área se aplicó la clasificación de la *World Reference Base*. Por la complejidad e interacción de los factores de formación, en el área estudiada se han manifestado diferentes procesos de formación, encontrándose suelos de las regiones tropicales húmedas conjuntamente con algunos más jóvenes. Se identificaron y caracterizaron 12 grupos referenciales de suelos. Dentro de estos grupos, los Acrisoles, Nitisoles, Feozems y Luvisoles son los más extendidos.

Palabras clave: génesis del suelo, clasificación de suelos, bases de datos, Veracruz

INTRODUCCIÓN

En México existen 57 ingenios azucareros, operando en 15 estados, en un área de 660 000 ha (50 % de los estados y 10 % de los municipios del país están involucrados con el sector azucarero). Además de 160,000 productores de caña y 25,000 obreros, existen 1'500,000 personas más relacionadas con esta actividad.

La situación presente hoy en la agricultura de la mayoría de los ingenios carece de los fundamentos científicos y técnicos que sustenten una adecuada tecnología de producción y se caracteriza por los bajos rendimientos, falta de orientación para la aplicación de los químicos, desconocimiento de los factores edáficos limitantes y deterioro ambiental (principalmente del suelo), además de elevados gastos en operación e insumos. Por lo general,

se utiliza una sola fórmula de fertilizantes (o muy pocas) por ingenio; el uso de plaguicidas es indiscriminado; se aplica riego sin tener en cuenta las propiedades del suelo y exigencias del cultivo. El mapa de suelo de que se dispone a nivel de país (escala 1:250 000) es muy general. A pesar de que se realizan investigaciones sobre la obtención y regionalización de las variedades de caña, no siempre llegan a explotarse comercialmente en todos los ingenios.

El estado de Veracruz aporta 34 % del azúcar que se produce nacionalmente; cuenta con 22 ingenios y 200,000 ha de caña, por lo que en él la agroindustria azucarera es una de las actividades de mayor importancia económica y social.

En 1991, en el ingenio Central Motzorongo comenzaron los trabajos de estudio de los suelos. A partir de entonces se implementaron tecnologías fundamentadas científicamente, para encaminar el desarrollo sostenible de la producción agrícola. Inicialmente se realizó un estudio de clasificación, cartografía y caracterización de suelos y factores limitantes, el cual se ha ido enriqueciendo en diferentes etapas posteriores del trabajo. Los estudios se han realizado en las áreas cañeras del ingenio, que comprende cuatro divisiones: Batey, La Sierra, Acatlán y Tetela.

Dr. I. A. Gómez, Jefe de producción de caña del ingenio Central Motzorongo, Veracruz, México; Dr.C. A. Hernández, Investigador Titular del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba; Dr. M. O. Ascanio, Investigador Titular de la Universidad Veracruzana (UV), Veracruz, México; Dr.C. M. E. Sánchez y Ledy Benítez, Investigadores, Dr.C. R. Villegas y Dr.C. M. López, Investigadores Titulares del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), La Habana, Cuba; J. L. Durán y Dr.C. D. Ponce de León, Profesores de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Cuba.

✉ igj1956@yahoo.com.mx

El presente trabajo es uno de los resultados de nuestros estudios, que consistió en conocer las características, clasificación y distribución de los suelos, de forma tal que sirviera de sustento y fundamento al resto de las disciplinas, y permitiera el intercambio y entendimiento con otros especialistas, técnicos y científicos. El conocimiento de sus características, distribución y sobre todo del contenido en nutrientes permite la implementación de tecnologías, para lograr un aumento de los rendimientos agrícola e industrial de la caña de azúcar; el uso de diferentes fuentes y formas de fertilizantes (macro y micro nutrientes) a dosis adecuadas y enmiendas, para corregir deficiencias nutricionales; las medidas para el control de plagas con medios biológicos y de manejo, y la organización de la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 1991 se realizó un estudio de suelos escala 1:25 000 de las áreas de abastecimiento de caña de azúcar del Central Motzorongo; en total se estudiaron alrededor de 30 200 ha a escala 1:50 000. El levantamiento de suelos se hizo a partir de la interpretación de fotos aéreas a escala 1:40 000, con estereoscopio de espejo. La clasificación de suelos que se utilizó fue la adoptada en México en aquel entonces, que resultó ser la leyenda de la FAO (1).

Partiendo del trabajo de fotointerpretación y tomando 1 310 puntos de observación con barrena, se realizó el mapeo de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar. De estos puntos se seleccionaron 190, para perfiles que fueron descritos en una planilla preparada al respecto y caracterizados con posterioridad. La descripción de los perfiles se realizó de acuerdo con el sistema de la FAO (2). Los perfiles se caracterizaron por los métodos analíticos expuestos en la Tabla I.

Tabla I. Técnicas y métodos utilizados en los análisis de suelo

Análisis	Extracción	Determinación
pH	En KCl 1 N. Relación suelo solución 1:2.5	Potenciometría
Acidez de intercambio ¹	En KCl 1 N (pH 5.5-6.5)	Titulación con NaOH 0.05 N
Cationes intercambiables	En NH ₄ OAc 1 N a pH 7	Fotometría de llama y absorción atómica

¹También se determinó Al móvil en esta extracción

Análisis mecánico por el método de Bouyoucos modificado utilizando pirofosfato de sodio y ácido clorhídrico 0,1N

En el 2003, se realizó un estudio posterior para aplicar la clasificación del *World Reference Base* (3), que es continuación de la clasificación de suelos de la FAO. Para este trabajo se describieron nueve perfiles de suelos nuevos, confeccionándose otro mapa de suelos. Además de los trabajos mencionados en estas áreas cañeras del ingenio Motzorongo, se han realizado otros recientemente, uno para el Seminario Internacional de Clasificación de Suelos, que anualmente organiza la UNAM con la participación de especialistas de cinco países (Rusia, Alemania, Estados Unidos, Cuba y México) y que en el 2006 se organizó en Veracruz¹, y otro que constituye un trabajo detallado (sector de referencia) para la planificación del riego y drenaje en 65 ha del Ejido Ojo de Agua².

El empleo de la clasificación de suelos del *World Reference Base* en todos estos trabajos resulta de gran utilidad, tanto para el intercambio internacional de la clasificación y características de los suelos, como para comprender rápidamente sus limitaciones (4, 5).

Con todos estos trabajos, al final se obtuvo un mapa con 12 grupos y 54 unidades de suelos, que sirvió a su vez para determinar el área de los grupos y unidades separadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Factores de formación de suelos. Como es bien conocido, los factores de formación de suelos son cinco: clima, material de origen, vegetación, relieve y tiempo; que se describen a continuación:

- ♦ *Clima:* En general, el clima de la región estudiada puede catalogarse como tropical, con temperaturas medias anuales entre 22,0 y 27,1°C y precipitaciones anuales de 1200 a 2500 mm. Las diferencias climáticas están dadas por la altura, ya que el área cañera comprende desde las zonas del Alto Veracruz, con alturas entre 200-250 m snm, precipitaciones que oscilan entre 1800 y 2500 mm al año, y alturas de 60 m snm, ya dentro del llamado llano veracruzano, donde las lluvias resultan mucho más bajas, entre 1200-1300 mm al año. Por eso, el área de estudio se puede dividir en dos regiones: una con clima tropical húmedo y la otra con clima tropical subhúmedo. En la región del clima tropical húmedo se presentan suelos muy evolucionados: Acrisoles, Alisoles, Ferralsoles, Lixisoles y Nitisoles, mientras que en la de clima tropical subhúmedo están presentes principalmente Feozems, Luvisoles y Cambisoles.

- ♦ *Relieve:* Es principalmente de llanuras, pero variable en su edad y el grado de pendiente. Así, se tiene que para las áreas más altas, en las divisiones de Batey y La Sierra, se presentan relieves más antiguos con verdaderas superficies de planación y cerros del Cretácico intercalados entre ellas. Estas superficies de planación deben haberse formado a finales del Neógeno, principios del cuaternario y por eso los suelos que aquí se presentan resultan muy evolucionados, representativos del clima tropical húmedo. Sin embargo, hacia la división de Acatlán y más aún hacia la de

¹Hernández, 2006, comunicación personal

²Ascanio, 2007, comunicación personal

Tetela, la formación del relieve es mucho más joven. Aquí no están presentes los suelos evolucionados, sino los más jóvenes como Feozems, Cambisoles y Luvisoles. En estas regiones el relieve tiende a ser de llanuras denudativas con diferentes grados de pendiente. Los Gleysoles y Fluvisoles están presentes en cualquiera de las regiones antes mencionadas, principalmente en las áreas bajas sometidas a procesos de gleyzación o aluviales.

- ♦ **Material de origen:** Al igual que en los factores anteriores es muy variable. Los cerros son formaciones de calizas duras del Cretácico (en ellos no se siembra la caña de azúcar). En las superficies de planación predomina el conglomerado basáltico, muy extendido en esta región, aunque no se descarta que hayan ocurrido en forma sinlitogénica durante la formación del suelo, aportes de cenizas volcánicas del Orizaba. En las divisiones de Acatlán y Tetela, el material de origen es principalmente la presencia de tepetates, en forma de areniscas, formados de sedimentaciones de cenizas volcánicas, además de materiales fluviales con gravas redondeadas.
- ♦ **Vegetación:** La vegetación natural de las áreas de estudio solamente puede observarse en los cerros, con vegetación de bosques tropicales húmedos y lianas emergentes. En las áreas cañeras no hay prácticamente vegetación natural. Sin embargo, se deduce que la original en las regiones más lluviosas debe haber sido de bosques tropicales húmedos y en las del clima tropical subhúmedo de bosques.
- ♦ **Tiempo:** La formación de suelos es variada en cuanto al factor tiempo, lo que resulta un poco insólito para una superficie relativamente reducida (3 000 km²). Así se tiene que en las regiones altas con la presencia de superficies de planación antigua, la formación del suelo debe ser de principios del Cuaternario; sin embargo, en las áreas más bajas, se deduce por los tipos de suelos formados que debe ser de hace unos 200 000 a 300 000 años solamente. Como se observa en las áreas de abastecimiento de caña de azúcar del ingenio Motzorongo, la formación de suelos es compleja, donde se presentan áreas bien definidas con suelos muy evolucionados y otras con suelos más jóvenes.

Distribución y breve caracterización de los suelos. Debido a la complejidad de los factores de formación de suelos, en el área estudiada se presentan 12 grupos referenciales, los cuales por separado y el área que ocupan aparecen en la Tabla II. Como se puede observar, en el área estudiada hay un gran número de grupos de suelos, sobre todo representativos de las regiones tropicales húmedas.

Tabla II. Grupos de suelos y área que ocupan en el ingenio Central Motzorongo

Grupo referencial de suelos	Área que ocupa (ha)	Total (%)
Acrisoles	6580,4	21,8
Alisoles	816,0	2,7
Lixisoles	684,2	2,3
Nitisoles	6096,2	20,1
Ferralsoles	1925,7	6,4
Planosoles	172,3	0,6
Luvisoles	3704,3	12,2
Cambisoles	938,8	3,1
Feozems	4623,9	15,3
Vertisoles	541,4	1,8
Gleysoles	1887,1	6,2
Fluvisoles	2259,8	7,5
Total de área estudiada	30230,1	100,0

A continuación se brindan las características de los diferentes grupos de suelos:

- ♦ **Acrisoles:** Este término proviene del latín *acris*, que significa muy ácido. Se presentan con color rojo o amarillentos, generalmente mezcla de ambos, usualmente con más de un metro de profundidad efectiva y siempre con horizonte Bt árgico (argílico), con Al intercambiable y puede estar presente la plinthita. Estos suelos se ubican en relieves ondulados y hasta alomados, casi nunca en llanuras. En las condiciones de formación de estos ingenios, poseen un horizonte A humificado (Ah), que puede alcanzar hasta 40-50 cm de profundidad, muy susceptible a la erosión. Son los suelos más extensivos del área de estudio (21,8 % del área), distribuidos principalmente en las divisiones de La Sierra y Batey, donde tienen la influencia de un clima tropical húmedo, con precipitaciones anuales que superan los 1800 mm.
- ♦ **Alisoles:** No son suelos muy extendidos en las áreas cañeras del ingenio Motzorongo y se caracterizaron recientemente en dos trabajos realizados en las áreas de los Ejidos Ojo de Agua y Lázaro Cárdenas (4, 5). Se presentan con un color rojo amarillento, generalmente en las áreas periféricas del primero, hacia el río Querétaro (y en la parte sur de la división La Sierra, hacia la presa). Son suelos que tienen horizonte árgico, pero con predominio de minerales arcillosos del tipo 2:1, por lo que su capacidad de intercambio catiónico en arcilla tiene un valor superior a 24 cmol.kg⁻¹. Presentan pH muy ácido (por lo general igual o menor a 4 en KCl), con una saturación de Al intercambiable mayor de 50 %. Para el cultivo de la caña de azúcar tienen severas limitaciones, como son pH muy ácido, presencia de cantidades considerables de Al intercambiable, baja fertilidad y poca actividad biológica.

- ♦ *Lixisoles*: Estos suelos en el área de estudio no son muy extensivos, ocupan solamente 684 ha (2,3 % del área estudiada) y se presentan principalmente en la división de La Sierra. Tienen un horizonte árgico con predominio de minerales arcillosos del grupo de las caolinitas; por eso, la capacidad de intercambio catiónica en arcilla es menor de 24 cmol.kg^{-1} , tienen además un grado de saturación por bases mayor de 50 %.
- ♦ *Nitisoles*: Ese nombre se origina del latín *nitidus*, que significa brillantez o fases brillantes nítidas que caracterizan este suelo, sobre todo en el horizonte B. Son preferentemente de color rojo, bastante uniformes, a veces con tonalidades amarillentas, profundas y friables. En las regiones cañeras de Veracruz y Oaxaca, el horizonte A también es humificado (Ah), llegando hasta 40 cm de profundidad. Tienen horizonte Bt árgico, aunque no tan marcado como en los Acrisoles. Se presentan en un relieve actual casi llano a suavemente ondulado; no son tan ácidos como otros suelos evolucionados. Conjuntamente con los Acrisoles y Ferralsoles, constituyen suelos muy intemperizados y los más difundidos en las áreas cañeras del ingenio Central Motzorongo.
- ♦ *Ferralsoles*: El nombre proviene del latín *ferrum* y *alumen*, o sea, que significa que poseen altos contenidos en sesquióxidos de Fe y Al. Pueden ser de color rojo o amarillo, a veces mezclas de ambos, generalmente profundos, friables, con un horizonte A ferrálico, pero que en condiciones naturales presentan también un horizonte A humificado (Ah), que llega a alcanzar hasta 40 cm de profundidad. Son medianamente susceptibles a la erosión y no muy ácidos. A nivel mundial se distribuyen en las regiones inter-tropicales, con una superficie estimada de 750 millones de hectáreas (6). Para las regiones cañeras de Veracruz y Oaxaca se encuentran localizados en las partes más estables del relieve y se puede considerar una extensión de 20 000 ha (7). En las áreas de abastecimiento en caña de azúcar del ingenio Motzorongo ocupan alrededor de 1 900 ha.
- ♦ *Planosoles*: Del latín *planus*, que significa plato, llano. Presentan un horizonte superior eluvial de color claro (de diferente génesis), pasando abruptamente a otro horizonte rico en arcilla. Se distribuyen principalmente en regiones tropicales y subtropicales, en topografía llana, donde los procesos aluviales o marinos antiguos tuvieron al parecer una gran importancia. Se estima una superficie mundial de 130 millones de ha (6). Para el área de estudio estos suelos son escasos, cumplen los requisitos expuestos y se encuentran en una superficie no mayor a las 173 ha.
- ♦ *Luvisoles*: Este término surge del latín *luere*, que significa lavado, es decir, que la arcilla se lava desde el horizonte A hacia el Bt. Presenta perfiles profundos, representativos, ya sea en regiones donde el clima actual es templado húmedo a subhúmedo, aunque también se localizan superficies de relativa extensión en lugar del actual Mediterráneo. Al igual que en los Phaeozems, estos Luvisoles son diferentes a los representativos, pues ellos se forman muy asociados con los primeros, siendo siempre de poca a mediana profundidad, con un contacto lítico y en las condiciones climáticas expuestas en el grupo de los Planosoles. La topografía es casi llana a suavemente ondulada. A nivel mundial se le estima en 650 millones de ha. En las áreas cañeras de Veracruz y Oaxaca, además de distribuirse en el ingenio Motzorongo, se encuentran representativos en las regiones de los ingenios La Margarita, Providencia, El Refugio, Progreso, Potrero y las áreas de abasto cerca de Tierra Blanca. Se puede estimar una superficie de 20 000 ha de estos suelos (7).
- ♦ *Cambisoles*: Del latín *cambiare*, o sea, cambiar, pues dentro del perfil se observan cambios en el color, la estructura o textura. Presentan un horizonte (B) o B poco definido, siendo suelos jóvenes. Se distribuyen principalmente en áreas templadas, boreales y subtropicales, con una superficie de 1,5 billones de ha. Indiscutiblemente que al igual que en otros casos anteriores, se considera que estos suelos deben ser precisados mejor en su clasificación. En las condiciones del área estudiada, se desarrollan preferiblemente en antiguos planos aluviales, o en áreas de basaltos con relieve joven y suavemente ondulado. Aunque son los suelos (junto con los Vertisoles) de mayor difusión en el estado de Veracruz; sin embargo, para las áreas cañeras no sobrepasan las 5 000 ha (7).
- ♦ *Feozems*: Proviene del griego *phaios* y también del ruso *zemlya*, que significa tierra, es decir, son suelos ricos en materia orgánica con color oscuro. Se encuentran preferentemente en las zonas más lluviosas de la estepa, prácticamente hay una secuencia Chernozión-Kastanozión-Feozem, desde la parte más seca a la más lluviosa en la estepa. Existen también en las regiones de praderas y pampas, y en la transición de praderas a forestales, o sea, geográficamente son suelos típicos de regiones templadas subhúmedas. Se estima una superficie mundial de 190 millones de ha de los Feozems (6). Donde se encuentran estos suelos dentro del área de estudio, se presenta otro desafío, pues los Feozems, si bien es cierto que poseen un horizonte mólico, descansan abruptamente sobre una arenisca, también llamada tepetate (variable en composición mineralógica y, por tanto, la textura del suelo), a veces mezclado con basalto, a una profundidad no mayor de 40-50 cm. Por otro lado, ellos se encuentran en un clima actual de 26°C , con precipitaciones que oscilan desde 1000 hasta 2000 mm.año^{-1} , pero estas caen (70-80 %) durante los meses de abril a octubre, coincidiendo con temperaturas más altas. Independiente de los posibles aportes de cenizas volcánicas que pudieran haber existido durante el Holoceno, se considera que constituyen un nuevo grupo de suelos; además, los Feozems en la clasificación *WRB* abarcan un diapasón muy amplio.

- ♦ **Vertisoles:** Del latín *vertere*, que significa voltearse, así como se asume también que se autoaran constantemente, debido a la cantidad y el tipo de arcilla (esmeclitas). Son suelos profundos, casi siempre de color negro, gris oscuro y gris, distribuyéndose principalmente en el trópico y subtrópico, aunque también aparecen en climas templados cálidos. En casi todos los casos, aunado al aspecto arcilloso, siempre para su génesis necesitan de sequía definida, con un período de calor mínimo de cuatro a cinco meses. Se calcula que existen 340 millones de ha a nivel mundial (6). En las áreas cañeras en estudio, por fortuna, los Vertisoles no son tan arcillosos como en la India, Cuba, Vietnam, Australia y otros lugares, así como la mayoría son pélicos y grúmicos. En las áreas cañeras de Veracruz y Oaxaca, estos suelos se localizan en la Cuenca del Papaloapan, que es una llanura acumulativa reciente de 42 000 km², donde se encuentran los ingenios azucareros San Cristóbal (el mayor de México y uno de los más grandes de América Latina), Tres Valles, San Gabriel; también se presentan en la cuenca aledaña a la Sierra de Santa Marta, en los ingenios Coatotolapan, Lerdo de Rejada y su vecino; reaparecen en la Cuenca Actopan en las áreas de los ingenios El Modelo, La Gloria y El Higo, ubicados en el norte del estado. Aunque falta precisar (al igual que casos anteriores), se estiman unas 80-100 000 ha para estas regiones (7).
- ♦ **Gleysoles:** Proviene de un vocablo ruso, *gley*, que indica un exceso de agua que se estanca durante gran parte del año cerca de la superficie de los suelos. Son también azonales, de ahí que aparecen en cualquier lugar del mundo, estimándose una superficie total de 720 millones de ha. En los Gleysoles del ingenio Central Motzorongo, el horizonte Gley se manifiesta principalmente por sus mezclas de color azul y gris, aunque también los hay verdes. La profundidad del Gley típico aparece a menos de 50 cm. Estos suelos se encuentran asociados a los Vertisoles, descritos anteriormente. Se ha calculado una superficie próxima a 20000-40000 ha, especialmente para la Cuenca del Papaloapan de estos suelos (7).
- ♦ **Fluvisoles:** Son suelos también conocidos internacionalmente como Aluviales, los cuales se forman por la influencia de depósitos de los ríos. Se caracterizan por presentar materiales flúvicos (discontinuidad textural en un espesor de un metro de profundidad o distribución irregular de la materia orgánica con la profundidad) y en el horizonte A pueden tener horizonte de diagnóstico mólico, ócrico o úmbrico. Por lo general, en las áreas de estudio, son suelos poco difundidos y se ubican en las terrazas bajas de la red fluvial.

CONCLUSIONES

Por la complejidad de los factores de formación de suelos, el área de abastecimiento en caña de azúcar del ingenio Central Motzorongo ha estado sujeta a diferentes direcciones de formación de suelos (procesos de formación), que han dado lugar a suelos propios de las regiones tropicales húmedas, conjuntamente con lo presencia de suelos más jóvenes. Esta complejidad resulta en la identificación y caracterización de 12 grupos referenciales, siguiendo la clasificación del *World Reference Base*. Dentro de estos grupos, los Acrisoles y Nitisoles conjuntamente con los Feozems y Luvisoles resultan los más representados en la referida área.

REFERENCIAS

1. FAO. FAO-UNESCO Soil Map of the World 1:5 000000. Vol. I. Legend. París: UNESCO, 1974.
2. FAO. Guía para la descripción de perfiles de suelos. 2ª.ed. Roma, 1977. 70 p. ISBN: 92-5-300508-4.
3. IUSS Working Group WRB. World reference base for soil resources 2006. 2nd ed. Rome: FAO, 2006. 128 p. ISBN 92-5-105511-4 [World Soil Resources Reports No. 103].
4. Hernández, A., Ascanio, O., Cabrera, A., Morales, M. Medina, N. y Rivero, L. Problemas actuales de clasificación de suelos: énfasis en Cuba: Veracruz: Universidad Veracruzana, 2004. 221p.
5. Hernández, A., y Ascanio, M. O. La clasificación de suelos en el mundo y en Cuba. Desarrollo y perspectivas. En: Congreso Sociedad Cubana de la Ciencia de Suelo. (VI: 2006 mar, 8-10: La Habana). Mermorias [CD-Rom] La Habana: Sociedad Cubana de las Ciencias del Suelo, 2006. ISBN 959-7023- 35-0.
6. Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O. y Nachtergaele, F. Lecture Notes on the Major Soils of the World. [online] World Soil Resources Reports 94. Rome: FAO, 2001. 334 p. ISBN 925-104637-9. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/003/y1899e/y1899e00.htm>>.
7. Ascanio, M. O. y Hernández, A. Suelos de agrosistemas cañeros de los estados de Veracruz y Oaxaca: cambios globales y medio ambiente. Xalapa: Universidad Veracruzana, 2006. 288 p. [Col. Textos Universitarios].

Recibido: 15 de septiembre de 2009

Aceptado: 2 de diciembre de 2009