



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

ACTUALIZACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE TABASCO, MÉXICO

UPDATING THE CLASSIFICATION OF SOILS IN TABASCO, MÉXICO

Palma-López D. J.¹, Jiménez Ramírez R.², Zavala-Cruz J.^{1*}, Bautista-Zúñiga F.³, Gavi Reyes F.⁴, Palma-Cancino D. Y.¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, Tabasco. México. ²Universidad Politécnica del Golfo de México. Paraíso, Tabasco. México. ³Centro de Investigación Geografía Aplicada (CIGA) Morelia, Michoacán. México. ⁴Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México. México.

*Autor de correspondencia: zavala_cruz@colpos.mx

RESUMEN

Se recopilaron los archivos de estudios de suelos existentes de trabajos realizados en Tabasco, México, del año 2007 hasta 2013. Con el apoyo del software ArcGis versión 9.3 se diseñaron mapas con escalas diferentes hasta uniformizar a 1:250 000. Se compilaron 153 perfiles de suelos geo referenciados con análisis físico-químicos, conformando con ello la base de datos de suelos. Se realizó la clasificación de suelos de acuerdo con la WRB versión 2014. Se determinaron 19 Grupos de suelos en Tabasco, dominan los Gleysols, Histosols, Fluvisols, Acrisols, Leptosols y Vertisols. Se identificaron suelos con unidades cartográficas muy pequeñas, que no se habían reportado en años anteriores, tales como: Calcisols, Lixisols, Nitrisols, Phaeozems y Tecnosols.

Palabras clave: suelos tropicales; correlación de suelos; estudios de suelos

ABSTRACT

The files of existing soil studies from studies carried out in Tabasco, México, from the year 2007 to 2013, were gathered. With the support of the ArcGis software version 9.3, maps were designed with different scales until standardizing to 1:250 000. 153 soil profiles georeferenced with physical-chemical analysis were compiled, establishing with this the soil database. The soil classification was performed according to WRB version 2014. Nineteen (19) soil groups were determined in Tabasco, with Gleysols, Histosols, Fluvisols, Acrisols, Leptosols and Vertisols dominating. Soils were identified with very small cartographic units, which had not been reported in previous years, such as: Calcisols, Lixisols, Nitrisols, Phaeozems and Tecnosols.

Keywords: tropical soils; soil correlation; soil studies.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 12, diciembre. 2017. pp: 29-35.

Recibido: junio, 2017. **Aceptado:** octubre, 2017.

INTRODUCCIÓN

El suelo

es un cuerpo natural que se encuentra en la superficie de la tierra y que puede variar en profundidad (Porta *et al.*, 2013); también es un medio que permite el desarrollo de plantas ya sea que tenga o no horizontes discernibles (Soil Survey Staff, 2010). Es además, un recurso complejo que puede presentar muchas variantes dependiendo de la región geográfica. Su importancia se debe a que, el ser humano puede cultivar y crecer sus alimentos básicos en él (Porta *et al.*, 2013). Por lo que es necesario contar con estudios de suelos actualizados, a fin de obtener información que sirva de base para la conservación, preservación y su aprovechamiento sustentable (Bautista *et al.*, 2005). En Tabasco, México, se han realizado diversos estudios de suelo, a diferentes escalas, aunque la mayor parte de éstos no están publicados (Palma-López *et al.*, 2007b). Lo anterior demanda un esfuerzo de compilación, para transformarlos en una fuente de datos actualizados que puedan servir a las personas o instituciones interesadas en este tipo de información. En este contexto, el Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, se marcó como objetivo, recopilar diversos estudios de suelos, con lo que se constituyó una base de datos de perfiles de suelos (Palma-López y Cisneros, 2000; Palma-López *et al.*, 2007a), misma que tiene que ser homogeneizada a escala 1:250 000, compilada, georeferenciada, analizada física, químicamente y clasificada de acuerdo con el Referencial Mundial de Suelos WRB (IUSS Working Group WRB, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio comprende el estado de Tabasco, México, ubicado en el sureste de la república mexicana ($17^{\circ} 19' 00''$ y $19^{\circ} 39' 00''$ N, y $90^{\circ} 57' 00''$ y $94^{\circ} 08' 00''$, O). Abarca una superficie de 24 661 km², que representa 1.3 % del total del país, su fisiografía forma parte de dos provincias, la Llanura Costera del Golfo Sur y la Sierra de Chiapas y Guatemala; el clima dominante es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con temperatura promedio de 26 °C y precipitaciones media anual de 2,000 mm (INEGI, 2016). Litológicamente predominan los suelos sobre sedimentos no consolidados de planicies fluviales, palustres, lagunares y costeras que datan del periodo Cuaternario Holoceno; existen también suelos desarrollados sobre rocas sedimentarias detríticas de lutitas, areniscas y conglomerados del Terciario Paleooceno al Terciario Plioceno en las terrazas, lomeríos y montañas, así como con calizas del Cretácico al Terciario Mioceno, que son las más antiguas, en terrazas y mon-

tañas kársticas (Zavala-Cruz *et al.*, 2016). Según la última compilación, los suelos que dominan en el Estado son los Gleysoles, Vertisoles, Fluvisoles, Luvisoles y Acrisoles (Palma-López *et al.*, 2007b).

Primero se procedió a la revisión de la información generada por las diferentes instituciones sobre suelos de Tabasco, considerando la última actualización que generó el Colegio de Postgraduados (Palma-López *et al.*, 2007a). La búsqueda incluyó tanto trabajos publicados como informes técnicos y datos sin procesar, las escalas de estos trabajos variaron de 1:35 000 a 1:250 000. Con ello se generó un mapa preliminar de suelos, homogenizándose mediante álgebra de mapas a escala 1:250 000, utilizando un sistema de información geográfica (ArcGis versión 9.3). Se utilizó el concepto del área mínima cartografiable, lo que permitió eliminar polígonos inferiores a 156 hectáreas. Se definieron los perfiles representativos de los estudios revisados, debidamente georeferenciados y con sus análisis físicos y químicos, con ellos se conformó una base de datos, para realizar la clasificación de suelos de acuerdo con el Referencial Mundial de Suelos o WRB (IUSS Working Group WRB, 2014). Se utilizaron también los datos georeferenciados que generó el INEGI, para verificar la clasificación y cartografía. De esta base de datos se utilizaron 111 perfiles de suelo, 52 con análisis químicos y 59 con la descripción en campo. Finalmente, con el uso del enfoque geopedológico se generó la cartografía final de los suelos de Tabasco a escala 1: 250 000, se corrigieron los linderos de suelos acorde a los paisajes geomorfológicos, especialmente en zonas de transición de planicies fluviales y terrazas (Zavala-Cruz *et al.*, 2016). Se realizó la caracterización de los Grupos de suelos y relacionaron con los factores relieve, roca y edad (Zinck, 2012; SGM, 2005 y 2006; Zavala-Cruz *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estado de Tabasco cuenta con estudios de compilación sobre clasificación y caracterización de suelos a nivel subunidad (Palma-López y Cisneros, 2000) y de unidades de suelo (Palma-López *et al.*, 2007b; Palma-López *et al.*, 2007a), a escala 1: 250 000, en estos trabajos se menciona que los suelos dominantes son los Gleysoles ubicados en áreas húmedas y los Vertisoles en áreas agrícolas. De 2007 al 2015 se localizaron nueve estudios, la mayoría de ellos a nivel semi detallado (Salgado-García *et al.*, 2007, Esc. 1:35 000; Obrador-Olán *et al.*, 2008, Esc. 1:50 000; Palma-López *et al.*, 2008, Esc. 1:75 000; Salgado-García *et al.*, 2008, Esc.

1:50 000; Salgado-García *et al.*, 2009, Esc. 1:43 000; Salgado-García *et al.*, 2010, Esc. 1:50 000; Domínguez-Domínguez *et al.*, 2011, Esc. 1:75 000; Zavala-Cruz *et al.*, 2011, Esc. 1:250 000; Zavala-Cruz *et al.*, 2012, Esc. 1:50 000; Salgado-García *et al.*, 2015, Esc. 1:75 000).

Con base en esta revisión se obtuvieron 153 perfiles representativos de suelos, los cuales fueron la base para actualizar la clasificación de los suelos del estado con la versión actual de la WRB (IUSS Working Group WRB, 2014). Usando el enfoque geopedológico se rectificaron linderos de suelos bajando la escala a 1:250 000 (Zavala-Cruz *et al.*, 2016). Se encontraron 19 Grupos de suelos, la superficie ocupada por cada grupo en porcentaje con respecto a la superficie total del estado (2 466 100 ha), en orden decreciente fueron: Gleysols (20.5 %), Histosols (13.4 %), Fluvisols (10.4 %), Acrisols (9.73 %), Vertisols (7.48 %), Leptosols (7.07 %), Alisols (6.97 %), Luvisols (6.49 %), Cambisols (5.77 %), Arenosols (2.1 %), Lixisols (1.56 %), Solonchaks (1.6 %), Calcisols (0.83 %), Nitisos (0.39 %), Ferralsols (0.29 %), Plintosols (0.06 %), Tecnosols (0.04 %), Phaeozems (0.03 %) y Regosols (0.03 %) (Figura 1).

Grupo de los suelos orgánicos: Histosols (HS)

Los Histosols son los suelos formados por materiales orgánicos (30 % o más de materia orgánica) en más de la mitad de los primeros 80 cm de profundidad. Se forman en planicies palustres y lagunares bajo un estado de anegamiento que no permite el oxígeno libre la mayor parte del año, por lo que estos suelos solo se forman en humedales, llamados localmente "tembladeras" o "pantanitos". Son ricos en nutrientes, pero por su estado de anegamiento, en Tabasco deben dedicarse a reservas de la vida silvestre (Figuras 1 y 2).

Grupos de suelos minerales cuya formación está condicionada por la textura del material de origen: Arenosols (AR) y Vertisols (VR)

Los Arenosols son suelos arenosos que están ubicados

en la planicie costera de cordones de playa de formación marina del Cuaternario Holoceno, o bien en las zonas de lomerío, formados a partir de rocas areniscas y conglomerados de la Era Cenozoica, localmente se les conoce como "arenales" o "tierras arenosas". Son suelos muy profundos con muy bajos contenidos nutrimentales, bajos contenidos de materia orgánica, alta permeabilidad y muy poca humedad aprovechable para los cultivos. Los Vertisols son suelos arcillosos que se agrietan en la época de secas. Fisiográficamente se localizan en planicies con poca pendiente. El material madre está constituido por sedimentos aluviales del Holoceno o, en algunos casos, por aluviones y detríticos derivados de rocas calizas y lutitas del Cenozoico. Localmente se les conoce como "barriales" o "atascaderos". Son ricos

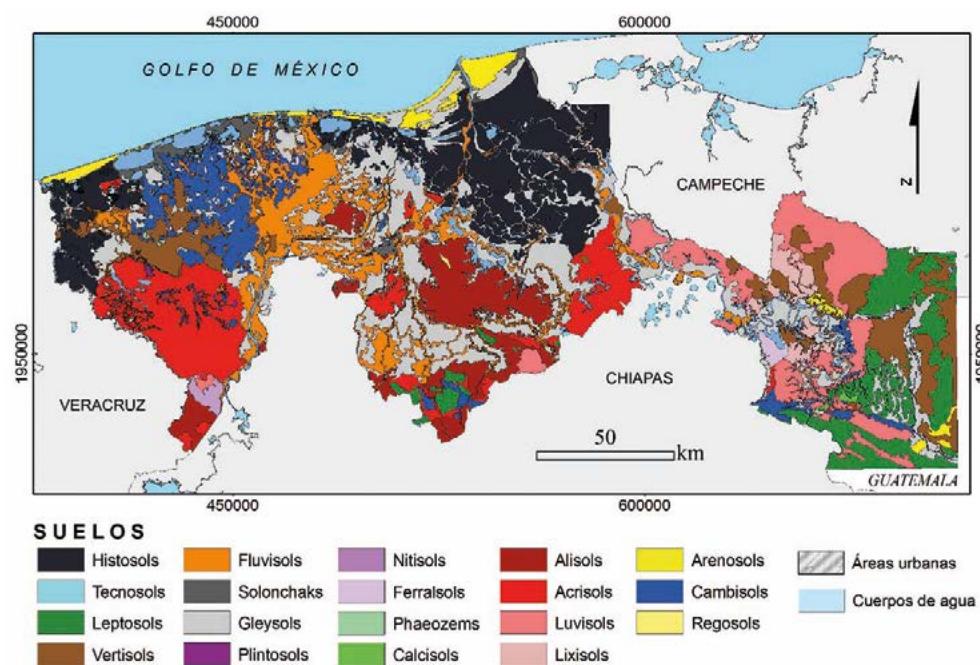


Figura 1. Grupos Mayores de suelos del estado de Tabasco, México, de acuerdo con el referencial mundial de suelos (IUSS Working Group WRB, 2014).

en nutrientos y sus principales limitantes son el manto freático elevado, permeabilidad lenta, textura arcillosa y agrietamiento en la época de secas (Figuras 1 y 2).

Grupos de suelos minerales cuya formación está condicionada por la topografía/fisiografía del terreno: Fluvisols (FL), Gleysols (GL) y Leptosols (LP)

Los Fluvisols son suelos que se derivan de sedimentos fluviales o lacustres del Periodo Cuaternario Holoceno y presentan estratificación de sus horizontes. Se distribuyen en diques naturales en forma paralela a los cauces de los ríos y cauces abandonados, localmente se les conoce como "vega de río". Estos suelos presentan

alta permeabilidad, son profundos, de texturas medias o medianas sobre gruesas, de poco desarrollo, ricos en nutrientes y materia orgánica y buen drenaje superficial. Los Gleysols son suelos que están saturados con agua durante buena parte del año y que manifiestan procesos de reducción de hierro, observándose en el perfil la presencia de colores gris-azulados o verdosos, o moteado asociado con colores rojizos, amarillentos u ocres. Ocupan zonas bajas, planas y cóncavas de las planicies fluviales, con pendiente menor a 1 %. El material parental dominante es derivado de sedimentos aluviales y palustres del Holoceno. Localmente se les conoce como "bajiales". Son suelos profundos, la mayor parte del año con manto freático somero, alto contenido de materia orgánica y de nutrientes (Figuras 1 y 2).

Los Leptosols son los suelos de menos de 25 cm de profundidad que están limitados por un material muy caláreo o por una capa cementada. Fisiográficamente se localizan en las zonas de montañas y terrazas kársticas. Su material parental son las rocas calizas, asociadas a lutitas y areniscas, del Cretácico y Terciario. Localmente se les conoce como "tierras delgadas" o "pedregales" y presentan problemas por su sensibilidad a la erosión hídrica y debido a lo delgado de los suelos las raíces de las plantas tienen problemas para desarrollarse.

Grupo de suelos minerales cuya formación está condicionada por edad limitada Cambisols (CM)

Los Cambisols son suelos que presentan apenas un ligero desarrollo en sus horizontes. Fisiográficamente ocupan áreas planas y en ocasiones con ligeras ondulaciones con pendientes inferiores al 0.5 % o en lomeríos extendidos con pendientes convexo-cóncavas no mayores al 2 %. El material de origen de estos suelos son los sedimentos aluviales holocénicos inactivos y activos, y materiales residuales de areniscas, lutitas y calizas del Terciario Mioceno. Localmente se les conoce como "barro ligero". Son suelos profundos que presentan texturas medianas a arcillosas con moteados amarillentos y los nutrientes varían de medianos a ricos.

Grupos de suelos minerales cuya formación es condicionada por el clima tropical húmedo: Plintosols (PT), Ferralsols (FR), Acrisols (AC) y Luvisols (LV)

Los Plintosols representan a los suelos ácidos que muestran una capa de plintita bien reticulada (producto de una mezcla de arcilla, cuarzo y hierro, sin humus), de colores claros con moteados rojos. Fisiográficamente se ubican en terrazas con lomeríos suaves con ligera

pendiente (entre 2-4 %), y en zonas planas con una ligera pendiente cóncava no mayor al 0.5 %. El material parental está constituido de sedimentos de arenisca y conglomerado del Terciario Plioceno, y arena-limo del Cuaternario Pleistoceno. Son suelos muy pobres en nutrientes, ocasionados por la fuerte acidez del suelo, además se presentan problemas de fijación de fósforo y problemas de drenaje interno.

Los Ferralsols, son suelos que tienen un horizonte enriquecido con hierro de color rojo a rojo oscuro. Presentan un horizonte B muy intemperizado que tienen una CIC menor de $16 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de arcilla. Localmente se les nombra "tierras rojas". Se localizan en terrazas con material parental de areniscas y lutitas del Terciario Mioceno y Cuaternario Pleistoceno.

Acrisols, son suelos que tienen un horizonte subsuperficial enriquecido en arcilla con una CIC menor a $24 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de arcilla y una saturación de bases menor a 50 %. Son suelos muy intemperizados, lixiviados y ácidos. Tienen amplia distribución en terrazas con lomeríos suaves a inclinados de pendientes convexas, localmente conocidos como "sabanas" o "sabanales". El material parental es de areniscas, lutitas y conglomerados del Terciario Mioceno al Cuaternario Pleistoceno. Algunos Acrisoles se ubican en lomeríos y laderas de montaña sobre rocas detríticas del Terciario Paleoeno-Eoceno.

Los Luvisols, tienen también un horizonte subsuperficial enriquecido en arcilla, pero con una CIC mayor o igual a $24 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de arcilla y una saturación de bases de 50 %. Son suelos rojizos característicos de terrazas con lomeríos suaves, y en montañas. Se denominan localmente como "tierras rojas" o "sabanales de planada" ya que algunos de estos suelos se localizan en zonas planas. Los materiales parentales de estos suelos son principalmente areniscas, lutitas, conglomerados y aluviones del Cuaternario Pleistoceno y Holoceno, así como algunas calizas-areniscas del Terciario Oligoceno (Figuras 1 y 2).

Grupo de suelos minerales con influencia marina: Solonchaks (SC)

Los Solonchaks son suelos cercanos a las lagunas costeras, salinos y arcillosos, que presentan inundación por agua salobre una buena parte del año. Son típicos de la planicie de inundación lagunar con material parental de sedimentos aluviales, lacustres y palustres del Cuaternario



Figura 2. Perfiles de los Grupos de suelos más representativos en Tabasco, México.

Holoceno; en áreas de contacto con la planicie costera de cordones de playa, se desarrollan sobre sedimentos marinos arenosos. Su principal característica es la salinidad, la cual se acrecienta en la época de secas.

Dentro de los suelos con problemas de anegamiento se encuentran aquellos con texturas pesadas o bien con acumulación de materia orgánica, donde su uso está dominado por pastizales y vegetación hidrófila (Vertisols, Gleysols e Histosols), aunque desde el punto de vista agrícola algunos de estos suelos están ocupados con caña de azúcar (*Saccharum spp.*), arroz (*Oryza sativa*) y sorgo (*Sorghum bicolor*). También se destacan los grupos de suelos ácidos con problemas de baja fertilidad, cuyo uso es con pastizales y plantaciones forestales (Acrisols, Alisols, Plintosols, Lixisols y Ferralsols). Dentro de los suelos más productivos se encuentran los Fluvisols, Phaeozems, Calcisols, Cambisols y Luvisols, los cuales están ocupados con los cultivos más redituables del estado, tales como el cacao (*Theobroma cacao L.*), plátano (*Musa paradisica*), caña de azúcar, papaya (*Carica papaya*), palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq.*) y pastizales mejorados).

CONCLUSIONES

Por medio de la recopilación de estudios de suelos realizados se logró determinar la nueva cartografía de los Grupos Mayores de suelos del estado a escala 1:250 000. Los suelos detectados fueron clasificados usando la versión 2014 del Referencial Mundial de Suelos. Con ello se obtuvieron 19 Grupos Mayores de suelos, dominando tres Grupos en el 44.3 % del estado: los Gleysols, los Histosols y los Fluvisols. También se identificaron cinco

Grupos que no se habían reportado anteriormente: Calcisols, Lixisols, Nitisosols, Phaeozems y Tecnosols, ocupando el 2.8% del estado.

LITERATURA CITADA

- Bautista F., Batllori-Sampedro E., Palacio-Aponte G.A., Ortiz-Pérez M., Castillo-González M. 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la península de Yucatán. En: Bautista Z. y Palacio (eds.) Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Mérida, México. Pp. 33-58.
- Domínguez-Domínguez M., Zavala-Cruz J., Martínez-Zurimendi P. 2011. Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Colegio de Postgraduados. Villahermosa, México. 137 p.
- INEGI. 2016. Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2016. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 464 p.
- IUSS Working Group WRB. 2014. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO. Rome, Italy. 181 p.
- Obrador-Olán J.J., García L.E., Palma-López D. J., Juárez L. J. F., Carrillo A. E., Guerrero P. A., Galmiche T. A., Rincón R. J. A., Moreno C. E., Quej Ch. V. H. Sánchez L. V. 2008. Caracterización ambiental de la microcuenca Cárdenas-Comalcalco del estado de Tabasco. Informe final, Proyecto FOMIX-TAB-2005-C06-16497. Colegio de Postgraduados, CONACYT. Cárdenas, México. 109 p.
- Palma-López D.J., Cisneros D.J. 2000. Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. 2a. Ed. ISPROTAB-Fundación Produce Tabasco-Colegio de Postgraduados. Villahermosa, México. 115 p.
- Palma-López D.J., Cisneros D.J., Moreno C.E., Rincón R.J.A. 2007a. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FUPROTAB. Villahermosa, México. 195 p.
- Palma-López D.J., Cisneros D.J., Del Rivero B. N., Triano S. A., Castañeda C. R., 2007b. Hacia un desarrollo sustentable del uso de los suelos de Tabasco. En: Palma-López D. J., y Triano S. A. (Comps.) Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco Vol. II. Colegio de Postgraduados, ISPROTAB. Villahermosa, México. Pp. 9-37.
- Palma-López D.J., Moreno C.E., Rincón-Ramírez J.A., Shirma T.E.D. 2008. Degradación y conservación de los suelos de Tabasco. Colegio de Postgraduados CONACYT, CCYTET. Villahermosa, México. 74 p.
- Porta J., López-Acevedo M., Poch R.M. 2013. Edafología Uso y protección de suelos. 3ra edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 608 p.
- Salgado-García S., Palma-López D. J., Zavala C.J., Lagunes E.L.C., Castelán E. M., Ortiz G.C.F., Ventura U.F., Marín A.A., Moreno C.E., Rincón R.J.A. 2007. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF) en el área citrícola de Huimanguillo, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, México. 89 p.
- Salgado-García S., Palma-López D.J., Zavala C.J., Lagunes E.L.C., Ortiz G.C.F., Castelán E.M., Guerrero P.A., Moreno C.E., Rincón R.J.A. 2008. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF) en caña de azúcar: Ingenio Azuremex. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, México. 102 p.
- Salgado-García S., Palma-López D.J., Zavala C.J., Lagunes E.L.C., Castelán E. M., Ortiz G.C.F., Juárez L.F., Ruiz R.O., Armida A.L., Rincón R.J.A. 2009. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF) en caña de azúcar: Ingenio Presidente Benito Juárez. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, México. 78 p.
- Salgado-García S., Palma-López D.J., Zavala C.J., Ortiz G. C. F., Castelán E.M., Lagunes E. L. C., Guerrero-Peña A., Ortiz C. A. L., Córdova S. S. 2010. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF) en la zona piñera de Huimanguillo, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, México. 81 p.
- Salgado-García S., Palma-López D.J., Zavala C.J., Lagunes E. L. C., Córdova S.S., Castelán E.M., Ortiz G.C.F., Rincón R.J.A. 2015. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes en palma de aceite (SIRDF): Región Ríos de Tabasco. Grupo SIRDF PA-LPi-2 Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, México. 118 p.

- SGM. 2005. Carta geológico-minera Villahermosa E15-8 escala 1:250 000. Pachuca, México.
- SGM. 2006. Carta geológico-minera Tenosique E15-9 escala 1:250 000. Pachuca, México.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to soil taxonomy. 12th edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. USDA. NRCS. Washington D.C. USA. 360 p.
- Zavala-Cruz J., Palma-López D. J., Fernández C. C. R., López C. A., Shirma T. E. D. 2011. Degradación y conservación de suelos en la cuenca del río Grijalva, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, PEMEX. Villahermosa, México. 90 p.
- Zavala-Cruz J., Palma-López D. J., Morales G. M. A. 2012. Clasificación de los suelos de la cuenca baja del río Tonalá, Tabasco. En: Zavala C. J. y García L. E. (eds.). Suelo y vegetación de la cuenca baja del río Tonalá, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, México. Pp. 31-63.
- Zavala-Cruz J., Jiménez R. R., Palma-López D. J., Bautista Z. F., Gavi R. F. 2016. Paisajes geomorfológicos: base para el levantamiento de suelos en Tabasco, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 3(8): 161-171.
- Zinck J. A. 2012. Geopedología: Elementos de geomorfología para estudios de suelos y riesgos naturales. Faculty Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede, the Netherlands. 123 p.

