



*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](mailto: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.*

# CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR FERTILIDAD DE LA SUBREGIÓN RÍOS DE TABASCO, MÉXICO

## CLASSIFICATION BY SOIL FERTILITY OF THE RÍOS DE TABASCO SUB-REGION

Salgado-Velázquez, S.<sup>1</sup>, Salgado-García, S.<sup>1\*</sup>; Palma-López, D.J.<sup>1</sup>; Zavala-Cruz, J.<sup>1</sup>; Córdova-Sánchez, S.<sup>2</sup>; Rincón-Ramírez, J.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo SIRDF. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. <sup>2</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.

**\*Autor de correspondencia:** salgados@colpos.mx

### RESUMEN

El sistema para clasificar suelos de acuerdo a su fertilidad FCC agrupa a los suelos de la subregión Ríos de Tabasco (SRT) de acuerdo a parámetros de la capa superior del suelo, y algunas características del subsuelo vinculadas con el crecimiento de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Se realizó un estudio de suelos de 361,855.9 ha para decidir la expansión del área cultivada de palma de aceite clasificando la fertilidad de los suelos de la SRT para mejorar la toma de decisiones. Los factores que limitan la potencialidad de los suelos de la SRT para su uso agropecuario fueron la acidez, exceso o déficit de agua, contenido de arcilla, erosión, deficiencias nutrimentales, presencia de Na, alcalinidad y baja CIC que, solos o agrupados influyen en el detrimento de la fertilidad de los suelos. El drenaje agrícola, encalado, riego y fertilización con macro y micronutrientes, pueden ser prácticas agronómicas que permitirían mejorar las condiciones de las unidades Gleysol, Vertisol, Fluvisol y Acrisol para la palma de aceite. El resto de las subunidades deben ser conservadas con la vegetación natural y, para conservar su papel de amortiguamiento y retención de humedad. Para resolver estos problemas se requiere un análisis integral que considere el tipo de cultivo, época de siembra y disponibilidad de tecnología.

**Palabras clave:** Fertilidad, sistema, clasificación, palma de aceite.

### ABSTRACT

The system used to classify soils based on their FCC fertility groups the soils of the Ríos de Tabasco sub-region (SRT) according to parameters of the superior soil layer, and some characteristics of the subsoil linked to the growth of palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.). A soil study of 361,855.9 ha was performed to decide the expansion of the area cultivated with palm oil, classifying the fertility of the SRT soils to improve decision making. The factors that limit the potential of the SRT soils for their agricultural and livestock use were acidity, water excess or deficit, clay content, erosion, nutrient deficiencies, presence of Na, alkalinity and low CIC which, alone or grouped, have an influence on the detriment of soil fertility. Agricultural drainage, whitewashing, irrigation and fertilization with macro and micro nutrients, can be agronomic practices that would allow improving the conditions of the Gleysol, Vertisol, Fluvisol and Acrisol units for palm oil. The rest of the subunits must be conserved with natural vegetation, to conserve their role of buffer and moisture retention zones. To solve these problems, an integral analysis is required which takes into account the type of crop, time of sowing, and availability of technology.

**Keywords:** Fertility, system, classification, palm oil.

**Agroproductividad:** Vol. 10, Núm. 12, diciembre, 2017, pp: 9-15.

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



## INTRODUCCIÓN

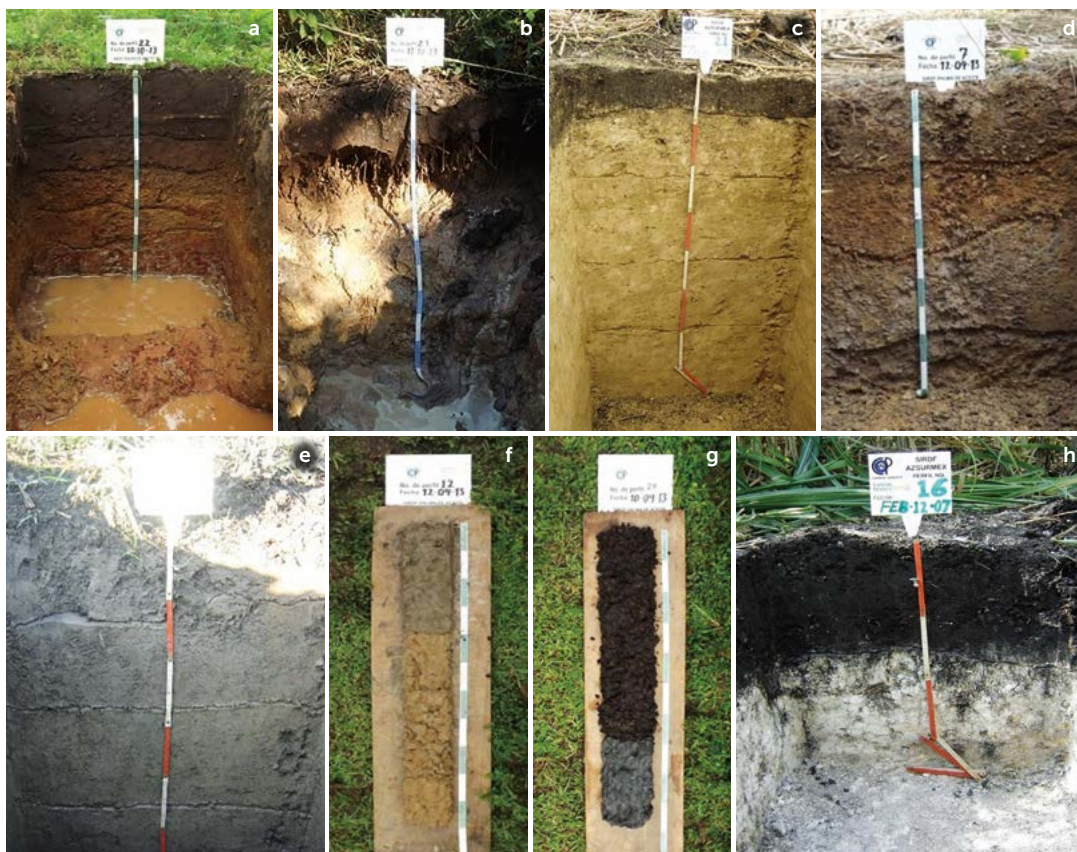
El sistema para clasificar suelos de acuerdo a su fertilidad (FCC, por sus siglas en inglés) fue desarrollado por Buol et al. (1975), con la finalidad de cerrar la brecha entre las subdisciplinas de clasificación y fertilidad de suelos. Como sistema de clasificación técnica de suelos el FCC está dirigido a un uso específico, derivado de sistemas de clasificación natural como la taxonomía de suelos (Soil Survey Staff, 2014), o el Referencial de los Suelos del Mundo (IUSS Working Group WRB, 2014). Las categorías del FCC indican las principales limitaciones de los suelos en cuanto a su fertilidad, las cuales pueden ser interpretadas en relación a los cultivos de interés. Desde su publicación en 1975, el FCC ha sido evaluado y aplicado en varios países. A

raíz de esto, las definiciones de varios modificadores han cambiado, y se han incluido otros nuevos para mejorar el sistema (Sánchez et al., 1982). En Tabasco, este sistema solo se ha aplicado en dos regiones generando buenas recomendaciones de manejo agronómico (Salgado y Palma, 2002; Salgado y Obrador, 2012). Dado que en la Subregión Ríos de Tabasco (SRT) se realizó un estudio de suelos de 361,855.9 ha, además del interés de productores e instancias gubernamentales de expandir el área cultivada con palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), surgió la necesidad de elaborar la clasificación de fertilidad de los suelos cultivados con palma de aceite de la subregión Ríos de Tabasco para mejorar la toma de decisiones.

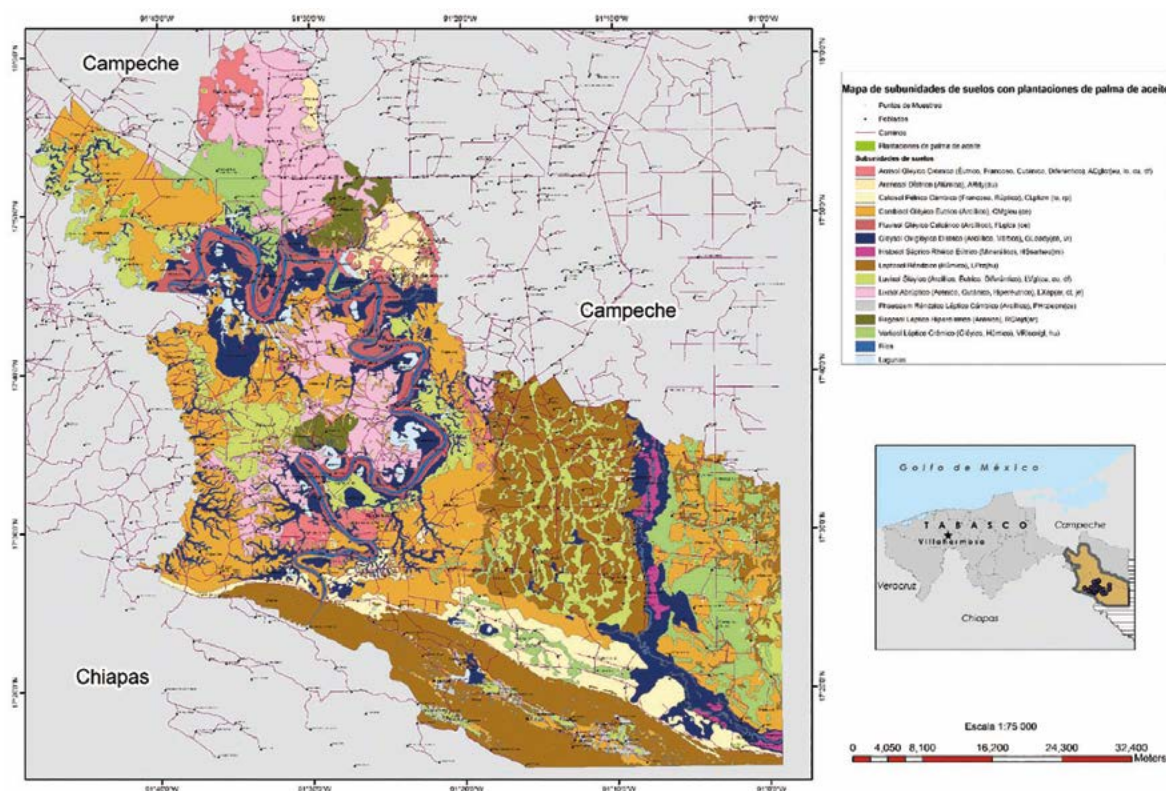
## METODOLOGÍA

El área de estudio abarcó una superficie de 361,855.9 ha, considerando 13 subunidades de suelos (Figura 1), y de las cuales 11 son cultivadas con palma de aceite (Figura 2). Se utilizaron los datos de las propiedades físicas y químicas de los dos primeros horizontes de las 13 subunidades de suelo de la SRT, las cuales fueron tomadas del estudio de suelos realizado por Salgado et al. (2015). Se utilizó el sistema para clasificar suelos de acuerdo a su fertilidad (FCC), que está compuesto por tres categorías, las cuales, a su vez se componen de diferentes clases, cuya combinación forma las unidades de FCC:

**Tipo.** Se refiere a la textura de la capa arable o de los 20 cm del suelo, cualquiera que sea más superficial.



**Figura 1.** Detalles de los perfiles de suelos de la subregión Ríos de Tabasco. a) ACglcr (au, lo, cu, df), b) ARdy (au), c) CLptcm (lo, rp), d) CMgleu (ce), e) FLglca (ce), f) GLoydy (ce, vr), g) HSSarheu (mi) y h) LPrz (lo, hu).



**Figura 2** Mapa de subunidades de suelo de la región de los Ríos con las plantaciones de palma de aceite.

**S:** Capa superior del suelo arenosa: arenas francas y arenas (Soil Survey Staff, 2014).

**L:** Capa superior del suelo franca: <35% de arcilla pero no incluye arena franca o arena.

**C:** Capa superior del suelo arcillosa: >35% de arcilla.

**D:** Suelos orgánicos: >30% de materia orgánica hasta una profundidad de 50 cm o más.

**Tipo de sustrato (textura del subsuelo).** Se emplea solamente cuando existe un cambio de textura marcado a partir de la superficie, o si se encuentra una capa dura que impida el crecimiento de raíces dentro de los primeros 50 cm del suelo.

**S:** Subsuelo arenoso: igual al del tipo; **L:** Subsuelo franco: textura similar al del tipo;

**C:** Subsuelo arcilloso: textura similar al del tipo; **R:** Roca u otra capa dura que impide el desarrollo de las raíces.

**Modificadores.** Cuando se indica más de un criterio para cada modificador sólo uno necesita ser conocido. El criterio que se menciona en primer lugar es el deseable y deberá emplearse si los datos están disponibles. Los siguientes criterios se presentan para casos en que no sea posible identificar el primero (Sánchez *et al.*, 1982): **g** (Gley), **d** (Seco), **e** (Baja capacidad de intercambio catiónico), **a** (Toxicidad de aluminio), **h** (Ácido), **i** (Alta fijación de fósforo por hierro), **x** (Minerales amorfos), **v** (Vertisol), **k** (Bajas reservas de K), **b** (Reacción básica), **s** (Salinidad), **n** (Sódico), **c** (Cat clay), **'y'** (Grava), **%** (Pendiente).

**Procedimiento.** Los suelos son clasificados de acuerdo con estos parámetros determinando si la característica está presente o no. La mayoría de los límites cuantitativos son criterios presentes en la Taxonomía de Suelos y el Referencial de los

Suelos del Mundo (Soil Survey Staff, 2014; IUSS *et al.*, 2014). Las unidades de FCC enumeran el tipo de textura y de sustrato (si es diferente) en mayúsculas, los modificadores en minúsculas, el modificador de grava como virgulilla (') y la pendiente, si se desea, entre paréntesis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### El estudio de suelos

Las propiedades químicas y físicas de los dos primeros horizontes de las subunidades de suelos se presentan en el Cuadro 1, y la clasificación de FCC para cada subunidad de suelos:

**Seahik' (5%) Acrisol Gléyico Crómico (Alúmico, Francoso, Cutánico, Diferéntico).** Suelo con alto índice de infiltración, baja capacidad de retención de agua y alta escorrentía potencial. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico, las operaciones

**Cuadro 1.** Propiedades físicas y químicas de los horizontes superficiales de las subunidades de suelo de la Subregión Ríos de Tabasco.

Subunidad	Horizontes (cm)	pH (H <sub>2</sub> O) rel. 1:2	CF <sub>50</sub> (m <sub>s</sub> <sup>-1</sup> )	MO	N	P <sub>1</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	(cmol(+) kg <sup>-1</sup> )						CIC	Da (g cm <sup>-3</sup> )	Arcilla		Limo	Arena	Textura	
				MO (%)	N (%)		K	Ca	Mg	Na	CIC	Da (g cm <sup>-3</sup> )			Arcilla (%)	Limo (%)				Arena (%)
ACgclr(au, lo, cu, df)	A1 (0-30)	4.1	27.0	4.1	0.17	3.6	0.11	0.8	0.5	MLD	4.4	1.4	13	9	79			Franco Arenoso		
	A2 (30-45)	4.2	14.7	1.8	0.09	3.9	0.04	0.4	0.3	MLD	2.5	1.4	13	10	77			Franco Arenoso		
ARdy(au)	A (0-29)	4.9	14.0	1.5	0.07	2.1	0.11	0.3	0.1	MLD	1.5	1.5	7	13	81			Arena Migajoso		
	C1 (29-(42-62)	5.5	7.2	0.3	0.02	0.7	0.02	0.1	0.0	MLD	1.0	1.5	7	11	83			Arena Migajoso		
CLptcm (lo, rp)	AP (0-17)	6.9	0.12	4.0	0.20	29.0	0.26	31.1	1.4	0.07	23.3	1.3	40	34	26			Arcilla		
	2CK1 (17-45)	7.1	0.10	0.4	0.02	6.6	0.14	35.1	1.0	0.08	14.2	1.2	27	45	28			Franco		
CMgleu(ce)	A (0-24)	5.2	39.90	3.1	0.17	2.9	0.15	6.9	3.8	0.2	13.0	1.08	41	39	21			Arcilla		
	Bw (24-47) (43-54)	5.3	28.19	1.6	0.10	0.4	0.10	5.2	3.8	0.1	13.0	1.08	41	37	23			Arcilla		
FLgica (ce)	AP (0-29)	5.2	0.04	3.3	0.19	22.2	0.47	24.4	12.0	0.15	33.0	1.3	69	30	1			Arcilla		
	C1 (29-56)	6.1	0.05	1.0	0.08	2.0	0.33	25.5	13.3	0.21	30.9	2.1	63	33	4			Arcilla		
GLoydy(ce, vr)	Apq (0-40)	4.8	141.20	3.6	0.19	9.6	0.31	0.4	5.7	0.4	38.9	0.99	58	21	21			Arcilla		
	Bwg1 (40-60)	5.1	39.80	0.9	0.09	3.3	0.10	0.2	5.7	0.2	23.5	1.10	38	19	43			Franco Arcilloso		
HSsarheu(mi)	Oe (0-70)	6.2	3.0	76.3	1.67	13.17	0.44	1.4	11.5	97.6	78.4	0.62	NA	NA	NA			NA		
	Cg (70-100)	6.1	2496.0	4.6	0.17	0.86	0.32	0.3	5.7	114.5	45.9	0.95	67	13	21			Arcilla		
LPrz(lo, hu)	AP (0-32)	5.6	0.08	3.9	0.18	9.0	0.14	15.0	11.2	0.32	28.9	1.3	34	16	50			Migajón arcillo arenoso		
	A (0-30)	5.9	84.10	6.6	0.34	1.6	0.20	23.6	4.3	0.1	29.9	1.02	51	21	29			Arcilla		
LVleg(ce, cu, df)	Bt (30-56)	6.0	40.40	2.1	0.12	0.4	0.13	18.4	4.2	0.0	25.0	0.93	73	11	17			Arcilla		
	A (0-27)	5.20	0.01	0.81	0.04	0.127	0.05	0.45	0.10	0.02	0.52	NSD	11	11	78			Migajon arenoso		
LXap(ar, ct, je)	E (27-75)	6.10	0.01	0.07	0.01	1.13	0.02	0.14	0.01	0.05	NSD	NSD	7	11	82			Arena migajoso		
	A1 (0-24)	6.7	90.70	5.7	0.36	1.6	0.70	0.1	10.1	21.1	38.4	0.95	67	7	27			Arcilla		
PHrzclem(ce)	Bw (24-42)(42-62)	7.2	53.30	2.1	0.21	1.6	0.27	0.1	9.0	18.6	36.4	0.90	83	3	15			Arcilla		
	Ap (0-24) (0-17)	4.72	0.03	4.38	0.2	3.89	0.06	0.84	0.14	0.001	2.07	NSD	10	12	78			Migajón arenoso		
RGlejd (ar)	C1 (24-50) (17-50)	4.89	0.01	0.74	0.03	1.67	0.02	0.06	0.01	NSD	NSD	NSD	10	6	84			Arena migajoso		
	A1 (0-17)	6.0	83.90	4.9	0.21	1.9	0.35	23.3	3.2	0.1	30.9	0.97	63	17	20			Arcilla		
VRlecr(gl, hu)	Bwg (17-43)	6.1	44.10	2.0	0.10	1.4	0.22	29.6	2.8	0.1	34.9	0.93	72	16	12			Arcilla		



de labranza y el cultivo de palma pueden ser afectados por el exceso de lluvias, y se requiere drenaje superficial. Tiene una baja CIC lo cual favorece la lixiviación, sobre todo en los casos de K, Ca y Mg, por lo que resulta limitante para la palma de aceite (Paramanathan, 2011). Este cultivo, es tolerante a la toxicidad por Al, el modificador **a** es deseable para una rápida disolución de las rocas; la toxicidad por Mn puede ocurrir en algunos de estos suelos. Acidez del suelo baja a mediana, se requiere encalado (Aguilar *et al.*, 1994). Presenta alta capacidad de fijación de P, se sugiere usar fosfato diamónico (DAP) y aplicaciones en banda para disminuir la fijación del P. Baja capacidad de suministro de potasio; la disponibilidad de K tendría que ser controlada con aplicaciones fraccionadas de cloruro de potasio (KCl), y puede presentarse desequilibrios entre K, Mg y Ca.

**Sdeahik(1%) Arenosol Dístrico (Alúmico).** Este suelo presenta alto índice de infiltración con baja capacidad de retención de agua. La humedad es limitante durante la estación seca si el suelo no se irriga. El resto es similar al suelo Acrisol Gléyico Crómico (Alúmico, Francoso, Cutánico, Diferéntico).

**Cgvb(30%) Calcisol Pétrico Cámbico (Francoso, Rúptico).** Presenta un bajo índice de infiltración, buena capacidad de retención del agua y alta escorrentía potencial. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico, las operaciones de labranza y ciertos cultivos pueden ser afectados por el exceso de lluvias si el drenaje no es mejorado por la labranza u otros procedimientos de drenaje; indica un buen régimen de humedad del suelo. Son suelos calcáreos, debe evitarse la roca fosfatada y otros fosfatos no solubles en agua; deficiencia potencial de hierro, boro y zinc (Salgado *et al.*, 2003; Salgado *et al.*, 2010).

**Cgeahiv(<1%) Cambisol Gléyico Éútrico (Arcílico).** Esta subunidad presenta un índice bajo de infiltración, buena capacidad de retención del agua, ligera escorrentía potencial, labranza difícil, cuando el modificador **i** está presente (Ci) son suelos fáciles de labrar, con alto índice de infiltración y baja capacidad de retención de agua. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico. Presenta una baja CIC lo cual favorece la lixiviación, sobre todo en los casos de K, Ca y Mg para no limitar el desarrollo del cultivo (Paramanathan, 2011); niveles altos de aplicación de estos elementos y de fertilizantes nitrogenados tendrían que hacerse en forma fraccionada. El resto es similar al sue-

lo Acrisol Gléyico Crómico (Alúmico, Francoso, Cutánico, Diferéntico).

**Cgv(1%) Fluvisol Gléyico Calcárico (Arcílico).** Esta subunidad presenta un Índice bajo de infiltración con buena capacidad de retención del agua, ligera escorrentía potencial labranza difícil. Esta subunidad posee una capa de arcilla mayor de 35 %, que se prolonga en todo el perfil, suelo saturado con manto freático elevado, que permanece inundado durante el periodo de lluvias. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico, las operaciones de labranza y la palma de aceite, pueden ser afectados por el exceso de lluvias si el drenaje no es realizado.

**Cgahiv(<1%) Gleysol Oxigléyico Dístrico (Arcílico, Vértico).** Esta subunidad presenta un índice bajo de infiltración, buena capacidad de retención del agua, ligera escorrentía potencial y labranza difícil; cuando el modificador **i** está presente (Ci) son suelos fáciles de labrar. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico, las operaciones de labranza y ciertos cultivos pueden ser afectados por el exceso de lluvias si el drenaje no es mejorado por la labranza. La palma de aceite es tolerante a la toxicidad por Al y la toxicidad por Mn puede ocurrir en algunos de estos suelos. La acidez del suelo es baja a mediana, se requiere encalado (Aguilar *et al.*, 1994). Alta capacidad de fijación de P; se requiere de altas cantidades de fertilizantes fosfatados aplicados en banda para evitar la fijación.

**Dgv(<1%) Histosol Sáprico Rhéico Éútrico (Mineralíco).** Esta subunidad no es recomendable para uso agrícola, ya que permanecen anegadas con una capa de agua de 110 cm. Por su alto potencial para fijar carbono esta subunidad debería considerarse preferentemente en los programas de apoyo por la captura y el secuestro de carbono y mantenerse así, ya que actualmente constituyen las áreas de inundación.

**Lgvk'(0%) Leptosol Rendzico (Francoso, Húmico).** Esta subunidad presenta un índice mediano de infiltración y mediana capacidad de retención del agua. La palma de aceite requiere de suelos con más de 50 cm de profundidad de suelo (Paramanathan, 2011). Esta subunidad posee una capa de arcilla mayor de 35 %, que se prolonga en todo el perfil. Presenta una baja capacidad de suministro de potasio; la disponibilidad de K tendría que ser controlada y los fertilizantes potásicos serán

muchas veces necesarios; pueden presentarse desequilibrios entre K, Mg y Ca.

**Cgahv(4%) Luvisol Léptico Gléyico (Arcílico, Cutánico, Diferéntico, Húmico):** Esta subunidad presenta un índice bajo de infiltración, buena capacidad de retención del agua, ligera escorrentía potencial y labranza difícil. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico, las operaciones de labranza y ciertos cultivos pueden ser afectados por el exceso de lluvias si el drenaje no es mejorado por la labranza. Las plantas sensibles a la toxicidad por Al serán afectadas si no se hace un encalado, el modificador **a** es deseable para una rápida disolución de las rocas fosfatadas y la toxicidad por Mn puede ocurrir en algunos de estos suelos. La acidez del suelo es baja a mediana, se requiere encalado (Aguilar *et al.*, 1994). Esta subunidad posee una capa de arcilla mayor de 35 %, que se prolonga en todo el perfil, suelo saturado con manto freático elevado, que permanece inundado durante el periodo de lluvias.

**Sdeahik´(2%) Lixisol Abrúptico (Arénico, Cutánico, Hiperéutrico):** Suelo con un alto índice de infiltración con baja capacidad de retención del agua. La humedad es limitante durante la estación seca si el suelo no se irriga; la fecha de siembra tendría que tomar en cuenta la fuerte mineralización de N al comienzo de las lluvias. Presenta una baja CIC lo cual favorece la lixiviación, sobre todo en los casos de K, Ca y Mg, por lo que resulta limitante para la palma de aceite (Paramanathan, 2011); niveles altos de aplicación de estos elementos y de fertilizantes nitrogenados tendrían que hacerse en forma fraccionada. La palma de aceite es susceptible a saturaciones de aluminio mayores a 30 % (Cristancho *et al.*, 2007); las enmiendas de encalado serán altas, salvo cuando se indica también el modificador **e**; el modificador **a** es deseable para una rápida disolución de las rocas; la toxicidad por Mn puede ocurrir en algunos de estos suelos. Acidez del suelo baja a mediana, se requiere encalado (Núñez, 1985). Presenta alta capacidad de fijación de P, se sugiere usar fosfato diamónico (DAP) y aplicaciones en banda para disminuir la fijación de este elemento (Salgado *et al.*, 2015). Baja capacidad de suministro de potasio; la disponibilidad de K tendría que ser controlada con aplicaciones fraccionadas de cloruro de potasio (KCl); pueden presentarse desequilibrios entre K, Mg y Ca.

**Cgv (3%) Phaeozem Réndzico Léptico Cámbico (Arcílico):** Esta subunidad posee una capa de arcilla ma-

yor de 35 %, que se prolonga en todo el perfil, suelo saturado con manto freático elevado, que permanece inundado durante el periodo de lluvias. Escorrentía potencial. La desnitrificación, ocurre frecuentemente en el subsuelo anaeróbico, las operaciones de labranza y ciertos cultivos pueden ser afectados por el exceso de lluvias si el drenaje no es mejorado por la labranza u otros procedimientos de drenaje.

**Sdeahik´(3%) Regosol Léptico Hiperdístico (Arénico):** Similar al Lixisol Abrúptico (Arénico, Cutánico, Hiperéutrico). El riego de escorrentía es mayor.

**Cgv(<1%) Vertisol Léptico Crómico (Gléyico, Húmico):** Similar al Phaeozem Réndzico Léptico Cámbico (Arcílico).

## CONCLUSIONES

Los factores que limitan la potencialidad de los suelos de la subregión ríos de Tabasco, México, para el cultivo de palma de aceite son ocho: acidez, exceso o déficit de agua, contenido de arcilla, erosión, deficiencias nutrimentales, alcalinidad y baja CIC que, solos o agrupados influyen en el detrimento de la fertilidad de los suelos. El conocimiento de la relación suelo, planta, atmósfera; permiten considerar que el drenaje agrícola, el encalado, el riego y la fertilización con macro y micronutrientes, pueden ser prácticas agronómicas que permitirían mejorar las condiciones de las unidades Gleysol, Vertisol, Fluvisol y Acrisol para la palma de aceite. El resto de las subunidades deben ser conservadas con la vegetación natural y, para conservar su papel de amortiguamiento y retención de humedad.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar S.A., Alcantar G.G., Etchevers B.J.D. 1994. Acidez del suelo y encalado. SMCS. Chapingo, México. 56 p.
- Buol S.W., Sánchez P.A., Cate Jr.R.B., Granger M.A. 1975. Soil fertility capability classification: a technical soil classification system for fertility management. In: E. Bornemisza and A. Alvarado (eds.) Soil Management in Tropical America. N.C. State University, Raleigh, N.C. pp. 126-145.
- Cristancho J., Munévar F., Acosta A., Santacruz L., Torres M. 2007. Relación de las características edáficas y el desarrollo del sistema de raíces de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq). Palmas, 28(1): 21-29.
- 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.
- Núñez E.R. 1985. Efectos de la acidez del suelo sobre la producción de cultivos y su corrección mediante el encalado. Serie Cuadernos de Edafología 2. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. 20 p.

- Paramananthan S. 2011. Soil requirements and land evaluation for oil palms for high yield. *In: Agronomic principles and practices of oil palm cultivation* (Ed. by Goh, K.J., Chiu, S.B & Paramananthan, S), pp. 47-88, Agricultural Crop Trust, Petaling Jaya.
- Salgado G.S., Palma-López D.J. 2002. Clasificación de los suelos de Tabasco de acuerdo a su fertilidad. *In: Palma-López, D.J. y A. Triano S. (eds). Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. II. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco- ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco. pp. 57-76.*
- Salgado G.S., Núñez E.R., Lagunes E.L.C. 2010. Micronutrientes. *In: Salgado G.S. y R. Núñez E. (Ed). Manejo de fertilizantes químicos y orgánicos. Edit. Mundi Prensa-Colegio de Postgraduados. México, D.F. 183 p.*
- Salgado G.S., Palma L. D.J., Ortiz G.C.F. 2003. Las deficiencias de Boro en Palma de Aceite. *Revista Produce Tabasco. A.C. (4):11-13 p. Julio. México.*
- Salgado G.S., Obrador O.J.J. 2012. Clasificación de suelos de la cuenca baja del río Tonalá por fertilidad. *In: Suelo y vegetación de la Cuenca Baja del Río Tonalá, Tabasco. Zavala Cruz, J., García-López E (Eds). Publicación especial del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México.p.63-82.*
- Salgado-García S., Palma-López D.J., Zavala-Cruz J., Lagunes-Espinoza L.C., Córdova-Sánchez S., Castelán-Estrada M., Ortiz-García C.F., Rincón-Ramírez J.A. 2015. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes en Palma de aceite (SIRDF): Región Ríos de Tabasco. Grupo SIRDF PA-LPI-2: AEES. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 119 p.
- Sánchez P.A., W.Couto, Buol S.W. 1982. El sistema de clasificar suelos de acuerdo con su fertilidad: interpretación, aplicaciones y modificaciones. *Revista Geoderma 27: 283-303.*
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

