

# CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE LAS BARRAS PARALELAS, PLAYAS Y DUNAS DE LA LLANURA COSTERA NORTE DEL ESTADO DE NAYARIT, MÉXICO

I. Bojórquez✉, A. Hernández, D. García, O. Nájera, F. Flores, A. Madueño y R. Bugarín

**ABSTRACT.** The characteristics of the northern coastal plain from Nayarit state, Mexico, were presented in two previous papers, as well as soil distribution in five levels of the plain: marine fluvial plain with three levels (high, medium and low), current tide flooding plain and parallel bar zone, beaches and coastal dunes. Therefore, the main soils of this region: Cambisols, Fluvisols, Feozems, Gleysols, Regosols, Arenosols and Solonchaks, besides the characteristics of the most frequent soils –Cambisols and Fluvisols– at the three plain levels were determined. This paper shows important characteristics of the soils formed in the lowest coastal plain: tide flooding plain, parallel bars, beaches and coastal dunes. Data from morphological characteristics, and physico-chemical texture of the main soils –Solonchaks, Regosols and Arenosols– are also presented. This paper comprises the geographical and edaphological characterization stage of the northern coastal plain, that will be good for further investigations starting on the use and sustainable management of agricultural production in this region, a very important aspect to Nayarit state.

*Key words:* coastal plains, soil genesis, soil classification, Nayarit, salinity

## INTRODUCCIÓN

La formación general de los suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México, y su distribución fueron presentados recientemente (1), al igual que las características de los principales suelos (Cambisoles y Fluvisoles) de los tres niveles (superior, mediano y bajo) de la llanura fluvio-marina, también denominada llanura deltaica (2). Para concluir con la caracterización de la

**RESUMEN.** En dos trabajos anteriores se ofrecieron las características de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México, así como la distribución de los suelos en los cinco niveles de llanura que son: llanura deltaica o fluvio-marina con tres niveles (superior, mediano y bajo), llanura de inundación mareal actual y la zona de barras paralelas, playas y dunas costeras. Así se pudo determinar que los suelos principales en esta región son Cambisoles, Fluvisoles, Feozems, Gleysoles, Regosoles, Arenosoles y Solonchaks, además de las características de los suelos más frecuentes, en los tres niveles de la llanura deltaica, que son los Cambisoles y Fluvisoles. En el presente trabajo se brindan las principales características de los suelos que se forman en los sectores más bajos de esta llanura costera, que son los niveles de la llanura de inundación mareal y en las barras paralelas, playas y dunas costeras. Se presentan los datos de las características morfológicas y textura físico-química de los principales suelos que se forman en dichos niveles, que son: Solonchaks, Regosoles y Arenosoles. Con este trabajo se integra la etapa de caracterización geográfica y edafológica de la llanura costera norte, que servirá de fundamento para investigaciones posteriores que se comienzan en relación con el uso y manejo sostenible de la producción agropecuaria en esta región, muy importante para el estado de Nayarit.

*Palabras clave:* llanura costera, génesis del suelo, clasificación de suelos, Nayarit, salinidad

formación del suelo y sus características, se prepara el presente trabajo, en el que se estudian los suelos de los niveles más bajos de la llanura costera norte, la de inundación mareal y las barras paralelas, playas y dunas costeras.

En la Figura 1 se muestra la distribución de los suelos en la llanura costera norte de Nayarit, por los diferentes niveles geomorfológicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En esta región se han identificado y estudiado 16 perfiles de suelos (3): para la llanura de inundación mareal, los cinco perfiles estudiados resultaron Solonchaks y para la región de las barras paralelas, playas y llanuras costeras se tiene un predominio de Arenosoles y Regosoles con algunos Fluvisoles y Solonchaks.

Dr. I. Bojórquez, Director; Dr. D. García, Ms.C. O. Nájera, Ms.C. F. Flores, Dr. A. Madueño y Dr. R. Bugarín, Investigadores de la Dirección de Fortalecimiento de la Investigación, Universidad Autónoma de Nayarit, 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, CP 32 700

✉ bosi@nayar.uan.mx

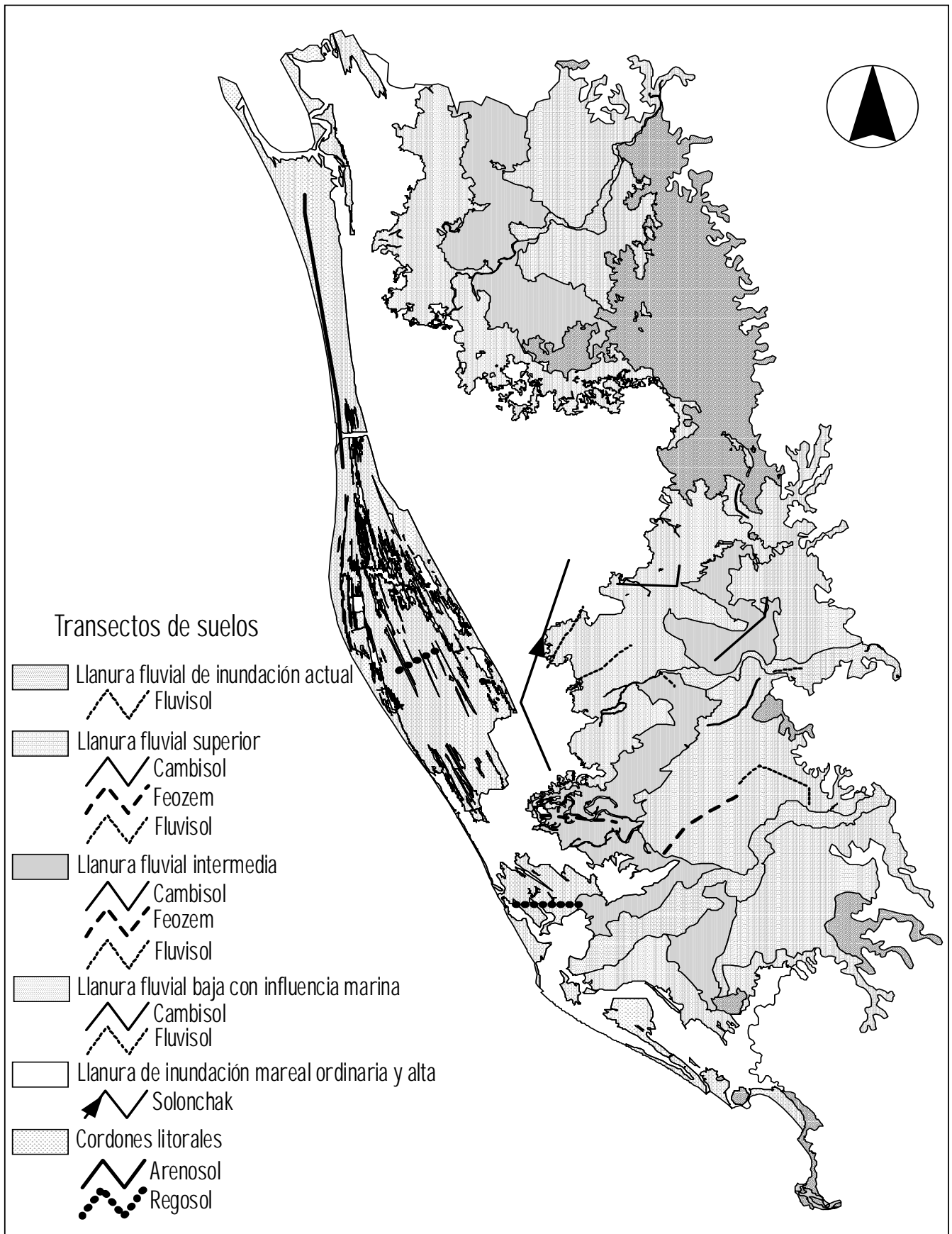


Figura 1. Distribución de los suelos en la llanura costera norte de Nayarit, por niveles geomorfológicos

De la llanura de inundación mareal se seleccionaron dos perfiles de Solonchaks (21613 y 7057) y de las barras paralelas, playas y dunas costeras, un perfil de Regosol (NOV 001), uno de Arenosol (NOV 004) y uno de Solonchak (NOV 003).

Los métodos de análisis que se utilizaron en la caracterización de los suelos estuvieron de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 (4):

- ⇒ pH en agua por potenciometría en la relación suelo:agua (1:2)
- ⇒ carbono orgánico or Walkley and Black
- ⇒ cationes cambiabiles y capacidad de intercambio catiónico, empleando acetato de amonio 1N, pH 7,0 como solución saturante
- ⇒ textura por el método de Bouyoucos modificado utilizando exametafosfato de sodio como dispersante
- ⇒ sales solubles totales por conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo
- ⇒ las descripciones de los perfiles se realizaron según el Manual de la FAO (5), utilizando la última versión de la tabla de colores Munsell (6).

Al igual que en los trabajos anteriores, la clasificación de suelos que se utiliza es el World Reference Base (7, 8), que es la continuación de la leyenda revisada de la FAO y al mismo tiempo es el referencial de suelos aprobado mundialmente para el intercambio de información en materia de clasificación y características del suelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Llanura de inundación mareal.* Esta parte del nivel geomorfológico corresponde a las llanuras que presentan influencia de agua de marea, las cuales se forman con las corrientes marinas que fluyen hacia adentro o afuera de los estuarios y lagunas, a través de pasos o bocanadas (canales de marea), que con gran fuerza y rapidez socavan las aberturas, lo que permite mantenerlas libres

de rellenos arenosos (1). Por la formación con influencia mareal, es de esperar que los suelos que se formen tengan un componente muy fuerte en sales solubles.

Por lo anterior, en las condiciones climáticas actuales de precipitaciones con 1 200 mm al año y altas temperaturas, en el tiempo reciente de evolución de este nivel geomorfológico, la formación del suelo en esta región da lugar al proceso de salinización, formándose el suelo salino o Solonchak.

Los datos de dos perfiles de este suelo (21613 y 7057), descritos por INEGI en la región referida, se muestran en las Tablas I y II.

En la interpretación de los resultados, ante todo se destaca el valor alto de la conductividad eléctrica en la parte superficial del perfil 21613 y en todo el perfil 7057. El pH es alcalino, mayor de 8, acorde además con el PSI (porcentaje de sodio intercambiable). La suma de cationes cambiabiles resulta muy alta en el perfil 21613 y es posible que sea debido al alto contenido en sodio de las sales solubles. Igualmente, como es conocido, en los suelos Solonchaks hay ausencia de vegetación o solamente crecen plantas halofíticas, que le imparten un contenido bajo en materia orgánica al suelo, lo que se refleja en los contenidos que se presentan en ambos perfiles.

Los suelos son de perfil AC, con una textura muy ligera y por la distribución de partículas se constata el carácter de sedimentos en la formación del suelo, propio de formaciones recientes del nivel de llanura de inundación mareal.

*Zona de barras paralelas, playas y dunas costeras.* En esta zona, la cobertura del suelo es más compleja; por una parte, hay formaciones con influencia de un manto freático marino, que da lugar a suelos con sales (Solonchaks) y, por otra parte, en las dunas costeras pueden formarse Arenosoles y Regosoles. En fin, en esta parte de la llanura se forman principalmente Regosoles, Arenosoles y Solonchaks.

**Tabla I. Algunas características morfológicas y textura del perfil del suelo Solonchak sódico, hipersálico y ócrico (21613) y del perfil Solonchak sódico y ócrico (7057)**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Color (en seco)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
21613	A	0-40	6YR5/1 gris	36	12	52	Arcillo-arenosa
7057	A	0-7	10YR4/2 pardo grisáceo oscuro	6	36	58	Franco-arenosa
	C <sub>1</sub>	7-30	10YR4/3,5 pardo	14	22	64	Franco-arenosa
	C <sub>2</sub>	30-65	7,5YR5/3 pardo	6	14	80	Arena-francosa

**Tabla II. Contenido en materia orgánica y propiedades físico-químicas del perfil del suelo Solonchak sódico, hipersálico y ócrico y del perfil Solonchak sódico y ócrico**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	CE (ds.m <sup>-1</sup> )	MO (%)	CIC cmol(+)kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Suma	PSI (%)
21613	A	0-40	8,0	42,2	1,6	37,4	6,9	11,3	3,1	51,8	73,1	70,9
7057	A	0 - 7	8,1	21,4	0,9	-	7,2	6,8	1,0	8,5	23,5	36,2
	C <sub>1</sub>	7 - 30	8,4	21,7	0,4	-	5,1	4,6	2,0	10,9	22,6	48,2
	C <sub>2</sub>	30 - 65	8,3	12,6	0,3	-	6,8	4,2	2,5	10,9	24,4	44,7

➤ Regosoles resultan los suelos más difundidos, son de perfil AC, formados de sedimentos, pero de un material más fino que los Arenosoles. En las Tablas III y IV se presentan los datos de un perfil de este grupo de suelos (NOV 001), clasificado como Regosol éútrico.

Este perfil es del tipo AC, de textura franco arenosa, muy pobre en arcilla, aunque sin llegar a ser un Arenosol. El color en la superficie es pardo en seco y pardo oscuro en húmedo, manteniendo el mismo color en la profundidad. El pH en agua es neutral, pobre en materia orgánica y prácticamente no tiene sales, su formación es a partir de una duna que no tuvo influencia marina.

➤ Arenosoles se presentan cuando el sedimento que forma el suelo es muy rico en arena igual o mayor de 90 %, en un espesor de un metro. Este suelo en la mayoría de los casos está presente cuando las dunas son de textura muy arenosa, al igual que ocurre en la llanura costera de Veracruz, donde el sedimento arenoso en ocasiones cubre capas de formaciones antiguas de Solonetz y Vertisoles (9). En esta zona de Nayarit, los Arenosoles pueden también formarse a partir de barras paralelas que han emergido en las playas y pueden aún encontrarse bajo la influencia de un manto freático en profundidad.

Los datos del perfil NOV 004 se presentan en las Tablas V y VI, estudiado en la región y clasificado como Arenosol gléyico y éútrico.

El perfil es A-AC (g)-C<sub>1</sub>(g)-C<sub>2</sub>, es decir que es un suelo poco evolucionado, pero con manchas de gleyzación en la capa de 20–100 cm del suelo. La textura es predominantemente arenosa, pH ligeramente alcalino, muy pobre en materia orgánica y bajo en bases intercambiables, acorde a la textura arenosa del suelo. Es notable, además, el contenido más alto en sodio cambiante en el espesor inferior del suelo, entre 100–200 cm, lo que hace indicar que hay una capa de suelo sódico en profundidad, cubierta por la capa arenosa que da lugar al Arenosol, en forma semejante a como ocurre en las dunas costeras de Veracruz, donde el suelo Arenosol cubre formaciones antiguas de suelos Solonetz (9).

➤ Solonchaks en esta parte del relieve mantienen concentraciones de sales en la superficie, con una vegetación muy escasa, representada principalmente por una planta halofítica denominada vidrillo (*Batis marítima*) asociada con *Suaeda nigra*, *Sesuvium portulacastrum*, *Atriplex canescens*, *Salicornia ambigua*, *Heliotropium curassavicum*. Muchas veces la formación de estos suelos proviene de formaciones

**Tabla III. Características morfológicas y textura de un perfil de suelo Regosol éútrico**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Color (en seco)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
NOV 001	Ap	0–10	7,5YR 4/2 pardo	11	12	77	Franco arenosa
	C <sub>11</sub>	10–45	10YR5/3 pardo	12	13	75	Franco arenosa
	C <sub>12</sub>	45–75	7,5YR5/4 pardo	11	11	78	Franco arenosa
	C <sub>2</sub>	75–200	7,5YR5/4 pardo	4	6	90	Arenosa

**Tabla IV. Contenido en materia orgánica y propiedades físico-químicas de un perfil de suelo Regosol éútrico**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	pH H <sub>2</sub> O	MO (%)	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Suma	PSI (%)
NOV 001	Ap	0 – 10	6,9	1,47	6,0	3,4	0,6	0,6	10,5	5,7
	C <sub>11</sub>	10 – 45	7,0	1,03	5,5	3,5	0,4	0,4	9,7	4,1
	C <sub>12</sub>	45 – 75	7,0	0,33	4,5	3,9	0,1	0,5	9,0	5,6
	C <sub>2</sub>	75 – 200	7,0	-	4,3	3,3	0,1	0,5	8,2	6,1

**Tabla V. Algunas características morfológicas y textura de un perfil de suelo Arenosol gléyico y éútrico**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Color (en seco)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
NOV 004	A	0–20	10YR5/3 pardo	7	8	85	Arena francosa
	AC <sub>(g)</sub>	20–60	7,5YR6/2 gris rosado	4	6	90	Arena francosa
	C <sub>1(g)</sub>	60–100	7,5YR6/2 gris rosado	3	3	94	Arenosa
	C <sub>2</sub>	100–200	10YR6/2 gris parduzco claro	3	2	95	Arenosa

**Tabla VI. Contenido en materia orgánica y propiedades físico-químicas de un perfil de suelo Arenosol gléyico y éútrico**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	pH H <sub>2</sub> O	MO (%)	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Suma	PSI (%)
NOV 004	A	0 – 20	7,0	0,52	3,4	3,6	1,7	0,5	9,2	5,4
	AC <sub>(g)</sub>	20 – 60	7,3	0,14	3,6	4,3	1,8	0,5	10,2	4,9
	C <sub>1(g)</sub>	60 – 100	7,3	-	3,4	5,3	1,6	0,6	10,9	5,5
	C <sub>2</sub>	100– 200	7,2	-	2,2	5,6	1,1	1,7	10,6	16,0

de suelos ribereños con vegetación de mangle (*Rhizophora mangle*) y posteriormente por la retirada del nivel del agua queda el mangle, el cual se corta o desaparece, teniendo como resultado un sedimento rico en sales, que da lugar a la formación de un suelo Solonchak, que la mayoría de las veces mantiene un nivel freático rico en sales, relativamente cerca de la superficie. Este tipo de formación y evolución del suelo fue descrita en Cuba al sur de la provincia Las Tunas, en Playa Habanero, donde hay un sedimento con formación de Solonchak sin vegetación, pero el suelo mantenía un contenido en materia orgánica, como producto de la influencia de las especies vegetales que conforman el manglar, en la formación del suelo (10).

El perfil NOV 003 (Tablas VII y VIII) es representativo de este suelo. Por sus características morfológicas (Tabla VII) se observa que es también del tipo A-C-Cg y corresponde con un Solonchak de textura franco arcillo-arenosa, pero con manchas de gleyzación, por lo que se clasifica como Solonchak gléyico. Esta gleyzación es resultado de la influencia de un manto freático rico en sales, que conlleva a mantener un contenido alto en sales en el perfil (se carecen de los datos de conductividad eléctrica), además de un elevado contenido en sodio cambiante, por lo que con la clasificación del WRB adquiere el calificativo de endosódico. Por eso, el perfil se clasifica como Solonchak gléyico y endosódico. En este perfil resulta notable el contenido de 3,59 % de materia orgánica en los primeros 10 cm y de 1,22 % en la profundidad de 10-40 cm, lo que se debe a la influencia de las especies vegetales propias del manglar (*Laguncularia racemosa*, *Rizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erecta*) en la formación del suelo.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo conjuntamente con los dos anteriores (1, 2) dan la posibilidad de conocer la formación de suelos y su distribución, así como sus características en la llanura costera norte del estado de

Nayarit, lo que sirve de fundamento para su uso y manejo racional. Así, en los tres niveles de distribución de suelos se demuestra que en el primero (más alto) no hay problemas de salinidad y que en esta parte los estudios edafológicos deben ir encaminados a la fertilidad de los suelos y manejo de la humedad; por otra parte, en el nivel más bajo (barras paralelas), hay problemas serios de salinidad, con formación de Solonchaks y, además, que los suelos no salinos (Regosoles y Arenosoles) tienen deficiencias de fertilidad, dado por una textura muy ligera, poca retención de humedad y bajo contenido en materia orgánica y nutrientes. Finalmente, para la parte intermedia, hay que tener cuidado con las aplicaciones de riego, pues pueden provocar la salinización secundaria en los suelos que tienen contenido en sales en las partes inferiores del perfil, además de que hay que atender el estado de fertilidad del suelo, como en el nivel superior de la región.

En el futuro las investigaciones edafológicas en esta región estarán encaminadas, por un lado, a seguir profundizando en los aspectos fundamentales de las características de los suelos, pero por otro en las cuestiones de uso y manejo racional de estos sobre la base de los resultados hasta el momento.

## REFERENCIAS

- Bojórquez, I., Nájera, O., Hernández, A., Flores, F., González, A., García, D. y Madueño, A. Particularidades de formación y principales suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 4, p. 19-26.
- Bojórquez, I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., Madueño, A. y Bugarín, R. Características de los suelos Cambisoles y Fluvisoles de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 1, p. 19-24.
- Bojórquez, J., Flores, F., Nájera, O., Mora, B. y Seefoó, A. Mapa de series de suelos de la costa norte del estado de Nayarit (escala 1:50 000) y Sistema de Información de Suelos de Nayarit. Universidad Autónoma de Nayarit y Fundación PRODUCE Nayarit A.C. México, 2003.

**Tabla VII. Algunas características morfológicas y textura de un perfil de suelo Solonchak gléyico y endosódico**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Color (en seco)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
NOV 003	A	0-10	5YR5/1 gris	20	25	55	Franco arcillo arenosa
	AC	10-40	7,5YR5/2 pardo	20	24	56	Igual
	C <sub>1g</sub>	40-80	10YR5/4 pardo amarillento	24	15	61	Igual
	C <sub>2g</sub>	80-120	7,5YR6/4 pardo claro	9	9	82	Arena francosa

**Tabla VIII. Contenido en materia orgánica y propiedades físico-químicas de un perfil de suelo Solonchak gléyico y endosódico**

No. perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	pH H <sub>2</sub> O	MO (%)	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Suma	PSI %
								cmol(+)kg <sup>-1</sup>		
NOV 003	A	0 - 10	7,1	3,65	9,1	7,8	0,4	11,0	28,3	38,9
	AC	10 - 40	7,3	1,22	5,4	5,9	0,2	4,9	16,4	29,9
	C <sub>1g</sub>	40 - 80	7,5	0,38	5,6	6,7	0,2	6,6	19,1	34,6
	C <sub>2g</sub>	80 - 120	7,4	-	4,0	6,0	0,2	9,1	19,3	47,2

4. Diario Oficial de la Federación. NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación. Estudio de suelos, muestreo y análisis. México, DF., martes 31 de diciembre. 2002.
5. FAO. Guidelines for soil description. 4 ed. Rome, 2006. 97 p.
6. United States Department of Agriculture (USDA). Munsell Soil Color Charts. Handbook Soil Survey Manual. New Windsor : GretagMacbeth, 2000.
7. Deckers, J., Spaargaren, O. y Nachtergaele, F. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. FAO, SICS, ISRIC. 1998. 90 p.
8. Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O., y Nachtergaele, F. Lecture Notes on the Major Soils of the World. *World Soils Resources Reports*, FAO, 2001, vol. 94, p. 334.
9. Ascanio, M. O. y Hernández, A. Suelos cañeros en Veracruz y Oaxaca: cambios globales y ambientes. Editorial Universidad Veracruzana, Textos Universitarios, México, 285 p. 2006.
10. Hernández, A., Torres, J. M., Durán, J. L., Cruz, V. y Salazar, A. Regionalización geográfica de los suelos de la provincia Las Tunas a escala 1:250 000, con elementos de mejoramiento para la caña de azúcar. Reporte de Investigación del Instituto de Suelos. La Habana:MINAG, 1985. 82 p.

Recibido: 12 de septiembre de 2006

Aceptado: 21 de febrero de 2008

# DIPLOMADOS

Precio: 2000 CUC

## *Uso y manejo de los biofertilizantes*

*Coordinador: Dr.C. Nicolás Medina Basso*

*Duración: 1 año*

### **SOLICITAR INFORMACIÓN**

**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación, Servicios Informativos**  
**y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba. CP 32700**  
**Telef: (53) (47) 86-3773**  
**Fax: (53) (47) 86-3867**  
**E.mail: posgrado@inca.edu.cu**