

# **Tipos de suelo y producción de caña de azúcar en Costa Rica: Primera aproximación taxonómica.**

**Marco A. Chaves Solera<sup>1</sup>**

**Erick Chavarría Soto**

## **Introducción**

Algunos de los mayores y más inmediatos desafíos que tiene pendientes de satisfacer el sector azucarero costarricense, son entre otros: 1) incrementar significativamente los indicadores básicos de productividad agroindustrial (kg de sacarosa/t caña procesada y las toneladas de caña molida y azúcar fabricada/ha), 2) mejorar la calidad del producto final, 3) diversificar e incorporar valor agregado al azúcar, sus derivados y residuos, 4) reducir costos y optimizar la relación financiera elevando la rentabilidad y la competitividad y 5) ajustar y alinear la actividad productiva a los principios del desarrollo sostenible y la ecoeficiencia.

Dichas metas obligan imperativa e insoslayablemente abordar varios temas conducentes a su cumplimiento; entre los cuales la optimización y maximización del potencial alcanzable de los recursos implicados resulta determinante. El factor edáfico es uno de ellos, pues su uso pleno y satisfactorio en todos los órdenes favorece y potencia la mejora productiva en un régimen de alta rentabilidad.

## **Metodología**

El estudio se realizó a partir los datos contenidos en los sistemas de información geográficos, digitalizados y hechos públicos por parte de varias instituciones nacionales (IICA-UCR-CIA 2016); los cuales se formularon a partir de datos obtenidos de 6.584 observaciones, y resultado del análisis de 1.524 perfiles distribuidos por todo el territorio nacional. La iniciativa permitió generar un mapa digital en escala 1:200.000, consistente en una resolución gráfica del suelo que expone sus relaciones cuantitativas con su entorno, determinadas mediante observaciones de campo y pruebas de laboratorio recopiladas e integradas en una base de datos georreferenciada (Sandoval y Mata 2014, 2015).

Dicha información se integró, vinculó y articuló mediante superposición, con la información institucional generada, digitalizada y mapeada en escala 1:200.000 en el año 2016 por la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), concerniente a las áreas sembradas con caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica (Chaves 2017ab; Chaves y Chavarría 2013). Este análisis espacial permitió la localización territorial de las plantaciones en la correspondiente ubicación y calificación taxonómica

---

<sup>1</sup> Ingenieros Agrónomos. Funcionarios del **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA), Costa Rica**. E-mail: [mchavez@laica.co.cr](mailto:mchavez@laica.co.cr) y [echavarría@laica.co.cr](mailto:echavarría@laica.co.cr) Teléfono (506) 2284-6066 / 2284- 6067.

aproximada de los suelos a nivel de Orden y Suborden taxonómico. La información se presenta a nivel de región productora de caña.

## Resultados

Los resultados revelan que la distribución según Orden fue como sigue: Inceptisol (24.337,28 ha = 36,93%), Vertisol (11.627,59 ha = 17,64%), Ultisol (11.625,34 ha = 17,64%), Mollisol (8.616,24 ha = 13,08%), Entisol (4.999,09 ha = 7,59%), Andisol (4.554,47 ha = 6,91%), Alfisol (112,92 ha = 0,17%), Histosol (27,22 ha = 0,04%) y Oxisol (no se cuantificó por ser un área muy pequeña), para un total de 65.900,15 ha. No se consideró un área de suelos clasificados como urbanos no cultivados equivalente a 155,92 ha. Integralmente los Ordenes Inceptisol, Vertisol y Ultisol representaron el 72,21% (47.590,21 ha) del área nacional sembrada con caña.

Cuadro 1.

Orden y Suborden taxonómico sembrado con caña de azúcar en Costa Rica.

N°	Orden Suelo <sup>1</sup>	Área sembrada (ha)	%	Suborden Suelo	Área sembrada (ha)	%
1	Alfisol	112,92	0,17	Ustalfs	112,92	0,17
2	Andisol	4.554,47	6,91	Udands	3.054,73	4,63
				Ustands	1.499,74	2,28
3	Entisol	4.999,09	7,59	Aquepts	577,21	0,88
				Fluvents	126,17	0,19
				Orthents	4.295,71	6,52
4	Histosol	27,22	0,04	Saprists	27,22	0,04
5	Inceptisol	24.337,28	36,93	Aquepts	1.151,59	1,75
				Udepts	4.853,54	7,36
				Ustepts	18.332,15	27,82
6	Mollisol	8.616,24	13,08	Ustolls	8.616,24	13,08
7	Oxisol			Ustoxs	???	
8	Ultisol	11.625,34	17,64	Humults	6.199,38	9,41
				Udults	4.328,31	6,57
				Ustults	1.097,65	1,66
9	Vertisol	11.627,59	17,64	Usterts	11.627,59	17,64
	<b>Total</b>	<b>65.900,15</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>65.900,15</b>	<b>100</b>

**Nota:** Considera aunque no cuantifica el Orden OXISOL identificado en las localidades cañeras de La Ceniza de Pérez Zeledón y de Guayacán de Buenos Aires, Zona Sur.

<sup>1</sup> Según Soil Survey Staff del United States Department of Agriculture (USDA 1999, 2014).

Los suelos identificados y clasificados a nivel de Suborden fue la siguiente: 1) Ustepts (27,82%), 2) Usterts (17,64%), 3) Ustolls (13,07%), 4) Humults (9,41%), 5) Udepts (7,36%), 6) Udults (6,57%), 7) Orthents (6,52%), 8) Udands (4,63%), 9) Ustands (2,28%), 10) Aquepts (1,75%), 11) Ustults (1,67%), 12) Aquepts (0,88%), 13) Fluvents (0,19%), 14) Ustalfs (0,17%), 15) Saprists (0,04%) y 16) Ustoxs que no se cuantificó. Los Ustepts, Usterts y Ustolls concentran conjuntamente el 58,53% de los suelos cañeros costarricenses, correspondiente a un área de 38.575,98 ha.

En las seis regiones productoras de caña destacan por magnitud los Ustepts (34,6%), Usterts (31,2%) y Ustolls (23,4%) en Guanacaste, para un 89,2% conjunto. Le siguen los Subordenes Udults (44,7%), Udepts (34,2%) y Aquepts (10,3%) para un 89,2% integral en la Zona Norte, y los Ustands (34,6%), Ustepts (23,7%) y Humults (19,4%) en el Valle Central, con un significativo 77,7% conjunto. En el Pacífico Central fueron los Ustepts (79,1%), asociados con Orthents (12,1%) y Ustults (4,2%) para un representativo 95,4% general. La Zona Sur concentró (95,3%) de sus suelos cañeros en Humults, seguido por Fluvents (2,8%) y Ustepts (1,9%); además de los Ustoxs encontrados en el lugar pero no cuantificados. La región de Turrialba-Juan Viñas reporta suelos Udands (53,7%), seguido por Udepts (31,1%) y Humults (15,2%).

**Cuadro 2.**

**Taxonomía de suelos dominantes en Costa Rica según ORDEN, SUBÓRDEN y REGIÓN PRODUCTORA de caña de azúcar.**

Taxonomía de suelo <sup>1/</sup> según:		Región productora							Total	
Orden	Suborden	Guanacaste	Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte	Zona Sur	Turrialba Juan Viñas	Zona Atlántica	ha	%
Alfisol	Ustalfs	112,92							112,92	0,17
Andisol	Udands			179,10	218,02		2.657,61		3.054,73	4,63
	Ustands			1.496,32	3,42				1.499,74	2,28
Entisol	Aquepts	327,08	209,30		40,83				577,21	0,88
	Fluvents					126,17			126,17	0,19
	Orthents	2.925,93	686,95	191,60	491,23				4.295,71	6,52
Histosol	Saprists				27,22				27,22	0,04
Inceptisol	Aquepts	155,11			996,48				1.151,59	1,75
	Udepts			17,38	3.296,70		1.537,46	2,00	4.853,54	7,36
	Ustepts	12.731,28	4.489,96	1.026,28		84,63			18.332,15	27,82
Mollisol	Ustolls	8.616,24							8.616,24	13,07
Oxisol	Ustoxs					???			???	
Ultisol	Humults		53,68	836,84	254,76	4.301,05	753,05		6.199,38	9,41
	Udults			24,00	4.304,31				4.328,31	6,57
	Ustults	463,11	237,33	397,21					1.097,65	1,67
Vertisol	Usterts	11.474,39		153,20					11.627,59	17,64
<b>Total (ha)</b>		<b>36.806,06</b>	<b>5.677,22</b>	<b>4.321,93</b>	<b>9.632,97</b>	<b>4.511,85</b>	<b>4.948,12</b>	<b>2,00</b>	<b>65.900,15</b>	
<b>%</b>		<b>55,85</b>	<b>8,61</b>	<b>6,56</b>	<b>14,62</b>	<b>6,85</b>	<b>7,51</b>	<b>0,003</b>		<b>100</b>
<b>N° Orden</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	
<b>N° Suborden</b>		<b>8</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	

**Nota:** Considera aunque no cuantifica el Orden OXISOL identificado en las localidades cañeras de La Ceniza de Pérez Zeledón y Guayacán de Buenos Aires, Zona Sur.

<sup>1/</sup> Según Soil Survey Staff del United States Department of Agriculture (USDA 1999, 2014).

De acuerdo con los resultados obtenidos y tipo de suelo presente y predominante, se revela que hay varios asuntos sobre los que se debe trabajar para procurar alcanzar y satisfacer los objetivos y metas planteadas, como se anota a continuación con los principales Órdenes y Subórdenes de suelo encontrados:

**INCEPTISOLES:** inmaduros con desarrollo pedogenético incipiente de origen diverso pero mayor al del Entisol, distinguiéndose una secuencia moderada de horizontes en el perfil; formados recientemente o con horizontes diagnóstico que se forman rápidamente. Características químicas y mineralógicas variadas y cambiantes según origen. Son relativamente poco problemáticos. Son una etapa juvenil de futuros Ultisoles y Oxisoles.

**VERTISOL:** uniformes y muy oscuros, extremadamente arcillosos, con características físicas problemáticas. Su mecanización es difícil. Presentan arcillas expansivas tipo 2:1 Montmorrillonítico, con reacciones de agrietamiento (contracción-expansión) formando bloques masivos que se fracturan en grandes grietas. Tienen serios problemas de infiltración y percolación del agua en su perfil que los hacen inundables en invierno pero con extrema sequía en verano. Muy fértiles con pH altos y contenidos de Ca y Mg elevados, alta CICE, muy alta retención iónica, presentan retención de K. Las arcillas expansivas que remobilizan y mezclan o pueden homogeneizar el perfil. Presentes en régimen Ústico.

**ULTISOLES:** suelos muy meteorizados, muy evolucionados y de gran desarrollo, viejos, rojos, de baja fertilidad, horizonte Argílico, con iluviación de arcilla. Predominan las arcillas 1:1 caoliníticas y los óxidos de Fe y Al en altas concentraciones de Fe y Al que son tóxicas para las raíces. Poseen pocas bases, sufren pérdida de Si, Ca, Mg, K y micronutrientes por lavado. Presentan altas pérdidas de N. Ácidos, con baja retención iónica y muy baja CICE, alta fijación de P, responden al encalado. Con excelentes condiciones físicas de estructura, agregación y drenaje natural. Es recomendable la aplicación de materia orgánica. Suelos tropicales y subtropicales presentes en régimen Ústico/Údico.

**MOLLISOL:** con excelentes características físicas y químicas; no presentan lixiviación excesiva. Suelos oscuros, con buena descomposición de materia orgánica gracias a los procesos de adición y estabilización (melanización). Bien estructurado. Saturación de bases superior al 50%. Muy productivos debido a su alta fertilidad.

**USTEPTS:** Inceptisoles cuya característica principal es tener un régimen de humedad Ústico. Se localiza en todos los paisajes desde montaña hasta valles que se encuentran en clima templado seco y cálido seco.

**USTERTS:** Vertisoles muy arcillosos con fuerte expansión al humedecerse y contracción al secarse. Presentan grietas que comprometen mayormente la masa del suelo, las cuales permanecen abiertas durante la época seca o si no están regados durante el año, al menos 90 días acumulativos al año.

**USTOLLS:** comprende los fértiles suelos Mollisoles que tienen régimen de humedad Ústico.

**HUMULTS:** Ultisoles con elevado contenido en materia orgánica pero sin Hidromorfismo. Se encuentran en zonas montañosas con pendientes elevadas y con una alta tasa de precipitación, aunque con periodos de baja humedad en algunas estaciones.

## Conclusiones

- 1) Los resultados ratifican la heterogeneidad, dispersión y variabilidad del entorno productivo cañero costarricense y del suelo como factor determinante de la

producción, lo que sugiere y justifica virtud de su sensibilidad, realizar acciones diferenciadas en todos los órdenes de manejo del cultivo.

- 2) Se identificaron 9 Ordenes y 16 Subórdenes cultivados con caña de azúcar en Costa Rica, para una correlación del 75% y 23,5% de los referidos originalmente en el sistema taxonómico del USDA establecido en 12 y 68, respectivamente.
- 3) No se encontró relación directa entre el área cultivada con caña y el número de Órdenes y Subórdenes identificados, siendo la variabilidad el factor dominante.
- 4) La distribución según área sembrada y Orden taxonómico fue: Inceptisol (24.337,28 ha = 36,93%), Vertisol (11.627,59 ha = 17,64%), Ultisol (11.625,34 ha = 17,64%), Mollisol (8.616,24 ha = 13,08%), Entisol (4.999,09 ha = 7,59%), Andisol (4.554,47 ha = 6,91%), Alfisol (112,92 ha = 0,17%), Histisol (27,22 ha = 0,04%) y Oxisol (no se cuantificó por ser un área pequeña), para un total de 65.900,15 ha. Se ubicaron también 155,92 ha de suelos urbanos no sembrados.
- 5) Regionalmente en Guanacaste se identificaron como Ordenes principales los Inceptisoles con una representación del 35,0%, seguido por Vertisoles (31,2%) y Mollisoles (23,4%). En el Pacífico Central fueron los Inceptisoles (79,1%). En el Valle Central dominaron los Andisoles (38,8%), en la Zona Norte los Ultisoles (47,3%), en Zona Sur los Ultisoles (95,3%). En la región de Turrialba-Juan Viñas los Andisoles (53,7%) y en la Zona Atlántica los Inceptisoles (100%).
- 6) Los subordenes se presentan, como sigue: 1) Ustepts (27,82%), 2) Usterts (17,64%), 3) Ustolls (13,07%), 4) Humults (9,41%), 5) Udepts (7,36%), 6) Udults (6,57%), 7) Orthents (6,52%), 8) Udands (4,63%), 9) Ustands (2,28%), 10) Aquepts (1,75%), 11) Ustults (1,67%), 12) Aquents (0,88%), 13) Fluvents (0,19%), 14) Ustalfs (0,17%), 15) Saprists (0,04%) y 16) Ustoxs no medido. Los Ustepts, Usterts y Ustolls representan el 58,53% de los suelos cañeros.
- 7) Por área sembrada (ha), los Subordenes principales identificados en Guanacaste fueron Ustepts (34,6%), Usterts (31,2%) y Ustolls (23,4%). En el Pacífico Central frecuentaron Ustepts (79,1%); en la Zona Norte Udults (44,7%) y en el Valle Central Ustands (34,6%). En Turrialba-Juan Viñas dominaron los Udands (53,7%) y en la Zona Sur los Humults (95,3%), además de los Ustoxs no cuantificados. En el Atlántico se identificó el Suborden Udepts en un 100%.
- 8) Según Orden y Suborden fueron Inceptisol (Ustepts), Vertisol (Usterts), Ultisol (Humults) y Mollisol (Ustolls), los que más área sembrada (67,95%  $\approx$  44.775,4 ha) con caña de azúcar reportan en Costa Rica.
- 9) Considerando la amplitud de la escala de trabajo aplicada (1:200.000), no resulta sensato ni prudente avanzar en criterios más específicos de interpretación a nivel de Gran Grupo, Subgrupo u otras categorías taxonómicas, lo cual será viable cuando se disponga de más observaciones de campo que aporten mayor certidumbre y confiabilidad.
- 10) Las acciones conducentes a incrementar la producción y la productividad agroindustrial de la caña de azúcar, requieren de la identificación taxonómica de los suelos como criterio necesario para la organización, planificación y correcta toma de decisión en materia técnico-administrativa y financiera.
- 11) La información taxonómica debe servir para orientar las acciones de mecanización, preparación y manejo de suelos y plantaciones, formular programas de fertilización objetivos, planes de riego y drenaje, iniciativas de conservación de suelos y conducir el cultivo de clones tolerantes a condiciones particulares (acidez, compactación,

eutróficos, distróficos, alta pendiente, profundos, friables, etc.), todo conceptualizado en la Agricultura de Precisión.

### Literatura citada

- 1) Chaves Solera, M.A. 2017a. **Taxonomía de los suelos sembrados con caña de azúcar en Costa Rica: Ordenes y Subordenes presentes.** Congreso de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 21 y Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Honduras (ATAHON), 20, San Pedro Sula, Honduras, 2017. Memoria. San Pedro Sula, Honduras, ATACA/ATAHON, agosto 22 al 25, Centro de Convenciones Copantl. 14 p.
- 2) Chaves Solera, M.A. 2017b. **¿Dónde se produce territorialmente la caña con que se fabrica el azúcar en Costa Rica?** Revista “Entre Cañeros”, N° 8, San José, Costa Rica, marzo. p: 6-26.
- 3) Chaves Solera, M.A. 2017c. **La Caña de Azúcar en el Censo Nacional Agropecuario Costarricense Año 2014: presentación de resultados.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 41 p.
- 4) Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2017. **Aproximación taxonómica y territorial de los suelos sembrados con caña de azúcar en Costa Rica. I. ORDENES DE SUELO.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 55 p.
- 5) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L.; Mendez Pérez, D. 2016. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2015-2016.** Boletín Informativo “Conexión”, Número 10, Enero-Diciembre 2016, LAICA, San José, Costa Rica. 40 p.
- 6) Chaves Solera, M.; Chavarría Soto, E. 2013. **¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica?** Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 19, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 20, “MSc Marco A. Chaves Solera”. Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2013. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 11-13 de setiembre. Tomo I. p: 179-203.
- 7) IICA-UCR-CIA. 2016. **Buenas prácticas en la elaboración en mapas de suelo.** Coordinación editorial: Rafael Mata Chinchilla, Dángelo Sandoval Chacón, Jonathan Castro Chinchilla y Christian Solís Salazar. IICA, CIA – San José, C.R.: IICA. 19 p.
- 8) Sandoval, D; Mata, R. 2015. **Mapa digital de suelos de Costa Rica (en línea).** San José, Costa Rica, CIAUCR. Consultado 1 dic. 2015. Disponible en: [http://www.cia.ucr.ac.cr/?page\\_id=139](http://www.cia.ucr.ac.cr/?page_id=139).
- 9) Sandoval, D.; Mata, R. 2014. **Base de perfiles de suelos de Costa Rica. [en línea]: Versión 3.** San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/>
- 10) Soil Survey Staff. 1999. **Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys.** Segunda Edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.
- 11) USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). 2014. **Claves para la taxonomía de suelos (en línea).** 12 ed. Washington, D. C., Estados Unidos, NRCS. Consultado 15 jul. 2017. Disponible en: [http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051546.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf)