

**Aproximación taxonómica y territorial de los suelos sembrados con caña de azúcar en Costa Rica.  
I. ORDENES DE SUELO.**



**Marco A. Chaves Solera  
Erick Chavarría Soto**

**San José, Costa Rica  
Mayo 2017**

# Índice

	Página
Índice	1
Introducción	3
El suelo como factor de la producción	5
Clasificación de los suelos	7
Taxonomía de suelos USDA	9
Objetivos del estudio	13
Metodología	14
Origen de los datos taxonómicos	14
Criterios adoptados	15
Producción nacional de caña y azúcar	17
Caña producida y entregada (tm) por cantón	19
Azúcar fabricada (bultos 50 kg) por cantón	20
Indicadores agroindustriales de producción nacional	21
Área sembrada con caña de azúcar	21
Resultados	22
Ordenes de suelo	24
Según cantón	24
Según provincia	27
➤ Alajuela	29

➤ Guanacaste	31
➤ Cartago	33
➤ Puntarenas	34
➤ San José	36
➤ Heredia	37
➤ Limón	37
<b>Orden de suelos más frecuentes según cantón</b>	<b>38</b>
<b>Área sembrada con caña de azúcar según Orden de suelo y provincia</b>	<b>40</b>
<b>Relación edafo taxonómica y productiva a nivel provincial</b>	<b>44</b>
<b>Organización según región productora de caña</b>	<b>45</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>47</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>50</b>
<b>Literatura citada</b>	<b>51</b>

## Introducción<sup>1</sup>

La satisfacción de la creciente demanda actual pero sobre todo futura de alimentos, considerando el significativo aumento que viene sistemáticamente observando la población mundial, puede y debe casi inexcusablemente ser resuelta y satisfecha por dos vías: 1) mediante el aumento de la productividad de las áreas actualmente cultivadas (**estrategia intensiva**) o, en su caso, por 2) la incorporación de nuevas áreas de producción (**estrategia extensiva**).

En el caso particular de Costa Rica ambas estrategias de incremento productivo vienen siendo empleadas de manera diferenciada y con mayor o menor énfasis en algunas actividades productivas; considerando sin embargo la segunda con mayor aplicación, en consideración de algunas ventajas mediáticas importantes que presenta, como son: a) mayor facilidad técnico-administrativa, b) menores costos relativos implicados si se dispone del área necesaria, c) menos inversión en tecnologías avanzadas, d) menor esfuerzo tecnológico por superar límites productivos importantes, pues lo que importa es producir más.

El problema estriba en que el método extensivo es restringido y cada vez se vuelve más difícil de emplear por circunstancias, como: 1) los terrenos con potencial agropecuario se tornan cada vez más difíciles de encontrar, condicionándolos a zonas marginales, 2) el desarrollo urbanístico en detrimento del agro va en franca y rápida avanzada, 3) el valor de la tierra se eleva volviendo la producción agropecuaria poco rentable y 4) resulta muy difícil encontrar áreas integradas con tamaño suficiente para el desarrollo de actividades productivas y empresariales que requieran de amplio espacio, lo que impide incorporar criterios apegados a las economías de escala.

---

<sup>1</sup>/ Ingeniero Agrónomo, MSc. Gerente. *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). Teléfono (506) 2284-6066 / (506) 2284-6067 / Fax (506) 2223-0839. Mayo del 2017.

<sup>2</sup>/ Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA)*, Costa Rica. E-mail: [echavarria@laica.co.cr](mailto:echavarria@laica.co.cr). Teléfono (506) 2494-1129 / Fax (506) 2494-4451.

Caso de ubicar áreas con algún potencial estas están por lo general alejadas de los centros de producción, requieren alta inversión en infraestructura vial, labores de adecuación, acondicionamiento, carecen de servicios básicos para la producción como es el agua, o su tamaño obliga a fraccionar su manejo con la consecuente dificultad técnico-administrativa y consecuencias financieras comprometidas, todo lo cual hace perder competitividad (Chaves 2016, 2017a).

Independientemente de la estrategia seguida y adoptada, el conocimiento profundo y manejo óptimo de los factores de la producción implicados, resulta inequívocamente obligada si se quiere obtener el mayor beneficio de los mismos, aún sin ser estos los más idóneos y deseados para una producción competitiva y rentable. Uno de esos factores determinantes y necesarios conocer son los suelos donde se asienten y/o desarrollen las actividades productivas. No hay duda en reconocer y aceptar que el uso óptimo y apropiado del recurso suelo es determinante para hacer frente con posibilidades de éxito a ese creciente reto alimentario, considerando FAO que cerca del 95 % de los alimentos se produce directa o indirectamente en los suelos (FAO 2015).

La caña de azúcar es una actividad productiva agroindustrial tradicional muy importante en Costa Rica, que por muchos años se manejó favorecida por su naturaleza y características particulares; así como por las facilidades que el país y el entorno productivo de entonces ofrecían, bajo una estrategia fundamentalmente extensiva, con muy pocas excepciones en la alternativa intensiva. Hoy día la situación ha cambiado radicalmente y el sector cañero-azucarero se encuentra inmerso, obligado por la realidad comercial nacional y mundial, en una lenta pero decidida transición hacia la estrategia de producción intensiva y mejora sustantiva de sus índices de productividad agroindustrial, que le permita en el corto plazo ser competitiva en el contexto globalizado del comercio internacional (Chaves 2013, 2014). Los suelos como factor de la producción están directamente asociados con las plantaciones comerciales y su potencial de productividad agroindustrial, sobre todo por su vinculación con la fertilidad, como lo indicaran Bertsch (1998) y Chaves (1999, 2012).

## **El suelo como factor de la producción**

Los factores que intervienen y afectan el crecimiento y la capacidad de producción de las plantas se organizan y clasifican de manera genérica en **bióticos y abióticos**. Entre los primeros se tienen los genéticos, particulares y directamente asociados al cultivo sembrado así como todas las relaciones que se establecen con otros seres vivos actuando en diferentes formas, sea como patógenos antagónicos, parásitos, o en una relación sinérgica donde el beneficio es mutuo. Los factores abióticos son alusivos a los elementos del clima (lluvia, temperatura, luz, humedad, viento) y también del suelo (edáficos), el cual es determinante como factor de la producción.

Previo a comentar sobre clasificación y taxonomía de suelos, resulta sano y necesario definir lo que significa suelo, con el objeto de evitar confusiones que descontextualicen el correcto abordaje de un tema tan complejo. Como es lógico esperar, existen diferentes definiciones que varían de acuerdo con el uso que se pretenda dar al término, algunas de las cuales se anotan seguidamente:

- ❖ *“es el medio en el cual los cultivos crecen para alimentar y vestir al mundo.”*
- ❖ *“parte de la corteza terrestre que sirve de sostén a las plantas, constituyendo a la vez fuente de alimentos, depósito incalculable de millones y millones de seres microscópicos imprescindibles en el desarrollo vegetal.”*
- ❖ *“el suelo es de vital importancia para la biodiversidad, pues es uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza y uno de los hábitats más diversos del planeta, al albergar una infinidad de organismos que interactúan entre sí y contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida.”*
- ❖ *“... reconocieron, a fines del siglo pasado, al suelo como un cuerpo natural, independiente y capaz de adquirir ciertas propiedades de acuerdo a los factores que sobre él han actuado. Estas propiedades son principalmente el resultado de características definidas que tienen sus componentes activos:*

*la fracción coloidal orgánica, los coloides inorgánicos y los microorganismos que habitan en el suelo (Besoin 1985)”*

- ❖ *“es un mineral no consolidado en la superficie de la tierra que sirve de ambiente natural para el desarrollo de las plantas (Fageria 1989).”*
- ❖ *“material mineral y orgánico no consolidado en la superficie de la tierra que sirve como un medio natural para el crecimiento y desarrollo de plantas terrestres (Curi et al. 1993).”*
- ❖ *“materia mineral no consolidada, en la superficie de la tierra, que fue sujeta e influenciada por factores genéticos y ambientales del material de origen, clima (incluyendo efectos de humedad y temperatura), macro y microorganismos, y topografía, todos actuando durante un periodo y produciendo un producto-suelo, el cual difiere del material del cual él es derivado en muchas propiedades y características físicas, químicas, mineralógicas, biológicas y morfológicas (Curi et al. 1993).”*
- ❖ *“es un mineral no consolidado en la superficie de la tierra, influenciado por factores genéticos y ambientales, como material de origen, topografía, clima (temperatura y humedad) y microorganismos, que se encargarán de formar el suelo, con el transcurrir de un cierto tiempo, y es siempre diferente, en sus propiedades y características físicas, químicas, biológicas y morfológicas del material de origen (Fageria 1989).”*
- ❖ *“es un sistema dinámico en el cual ocurren cambios y transformaciones producto de la interacción de procesos físicos, químicos y biológicos; estos procesos ocurren en forma simultánea y producen al final un sustrato el cual brindará nutrientes, agua y sostén a las plantas y otros organismos (Enríquez y Cabalceta 1999).”*
- ❖ *“es la colección de cuerpos naturales sobre la superficie terrestre, en algunos lugares modificado o inclusive hecho por el hombre a partir de materiales terrestres, que contiene materia viva y que soporta o es capaz de soportar plantas en forma natural (IMTA 1990).”*
- ❖ *“Se acostumbra definir como suelo a la capa superficial no consolidada de la superficie terrestre, la que está formada predominantemente por*

*compuestos inorgánicos –hasta más del 99%-, con un porcentaje variable de orgánicas (Fassbender y Bornemisza 1994).”*

Como se infiere, la etimología del término es amplia, reconociendo sin embargo la importancia e influencia de los factores bióticos y abióticos en su formación y definición. Para los efectos interpretativos del presente estudio, se conceptualiza el suelo (de acuerdo con el criterio del Soil Survey Staff (1999), como *“un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural .”*

### **Clasificación de los suelos**

La actitud organizadora y ordenadora natural del ser humano llegó también a intervenir los suelos procurando clasificarlos, lo cual se logró al ordenar y sistematizar luego de recolectar muchos datos y caracterizarlos metódicamente, de acuerdo con sus particularidades, características y propiedades generales y específicas más destacadas y sobresalientes.

De acuerdo con Alvarado (1980), los sistemas de clasificación de suelos definidos y empleados en diferentes épocas, pueden agruparse en: 1) los que se basan en factores del medio ambiente, 2) los que definen el suelo de acuerdo al proceso de alteración y 3) los que consideran las características del suelo y las relaciones con su formación.

La **taxonomía de suelos** posee al igual que otros factores y elementos vinculados con el tema, diferentes conceptualizaciones e interpretaciones, siendo descrita por el IICA-UCR-CIA (2016), como un *“Sistema de clasificación de suelos que estudia la relación entre los suelos y factores responsables de su morfología y composición; además provee una metodología y nomenclatura para propósitos de comunicación y estudio.”*

Una revisión de antecedentes sobre el tópico revela que existen diferentes sistemas mundiales de clasificación, como fueron el Genético, el Comprensivo (USDA), el francés, el de FAO/UNESCO, el belga y el brasileño, entre otros; entre los que se pueden mencionar sin embargo como más relevantes virtud de su mayor aplicación, los siguientes:

- ❖ Claves de la taxonomía de suelos, propuesto por el **Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América** (USDA 2014). Este sistema introdujo el concepto de horizontes diagnósticos, cuyo empleo se ha impuesto y generalizado mundialmente. Un horizonte diagnóstico es un horizonte definido morfométricamente, con la mayor precisión posible, con datos de campo y de laboratorio, para su utilización en la clasificación del suelo.
- ❖ Base referencial mundial del recurso suelo (WRB), propuesta por IUSS **FAO/UNESCO** (IUSS *et al.* 2007). Fue establecido en 1974 y posteriormente fue revisado y ajustado, introduciendo profundas modificaciones en su esquema de clasificación
- ❖ **Sistema brasileño de clasificación de suelos**, propuesto por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA 2006). Su estructura y aplicación fue acondicionada de manera particular a las heterogéneas condiciones de un país tan grande como Brasil; obviamente luego de valorar las otras opciones (Prado 2000).

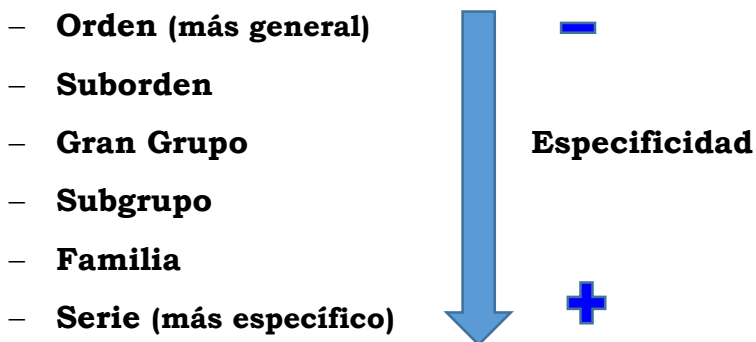
Se trata de clasificaciones que emplean como caracteres diferenciadores propiedades y características del suelo medibles cuantitativamente, sea directamente en el campo o en el laboratorio. Destaca el hecho que estos caracteres diferenciadores son muy numerosos y disímiles, de tal forma que las clases determinadas quedan definidas de una manera muy rigurosa y precisa. Al utilizar la clasificación criterios cuantitativos evitando los cualitativos poco precisos (por ejemplo: bajo en bases, poca materia orgánica, pH alto, Mg bajo, etc.), las clases definidas resultan ser mutuamente excluyentes evitando y eliminando con ello sesgos y confusiones innecesarias (Sandoval y Mata 2014).

Para los efectos del presente estudio, interesa conocer y tener muy presente que en el caso particular de Costa Rica aplica y se ha empleado por antecedente el sistema propuesto y pregonado por el USDA (2014).

### **Taxonomía de suelos USDA**

La taxonomía de los suelos corresponde en su esencia a un sistema calificado como multicategórico de clasificación, fundamentado en los conceptos de los cuerpos del suelo. Se argumenta como motivo primordial para justificar el hecho de clasificar los suelos, el poder organizarlos en grupos de tal manera que se favorezca integrar sus características y propiedades, en principio generales y luego particulares, y con ello facilitar su manejo mediante un tratamiento individualizado.

El sistema consta de seis categorías que van del más alto al más bajo nivel de generalización y complejidad que permite clasificarlos para su posterior diferenciación y caracterización, las cuales son descritas como:



Conforme aumenta el grado de especificidad se incrementa consecuentemente la cantidad de características diferenciadoras que define, tipifica e identifica cada una de las categorías.

En el Cuadro 1 se presentan y describen en orden alfabético los 12 Órdenes de suelo vigentes actualmente, con una breve caracterización de las propiedades (positivas y negativas) de cada uno de ellos (Alvarado 1980; IMTA 1990; Bertsch 1998; Enríquez y Cabalceta 1999). La Figura 1 expone un detalle gráfico de dichos Órdenes de acuerdo con el USDA (1999, 2014)


**Cuadro 1.****Ordenes de suelo (12) según el Soil Survey Staff del USDA, 1999.**

<b>Orden</b>	<b>Principales características</b>
<b>Alfisol</b>	<b>Suelos desarrollados y meteorizados, rojos, de fertilidad media, horizonte Argílico. Similares a los Ultisoles con diferencias en el subhorizonte (más básico). Responden al encalado. Baja retención iónica, baja CICE, muy alta pérdida de K por lixiviación. Suelos de regiones húmedas, por lo que se encuentran húmedos la mayor parte del año; presentes en régimen Ústico/Údico.</b>
<b>Andisol</b>	<b>Derivados de material volcánico, horizontes con características Ándicas. Profundos, de color oscuro a pardo oscuro. Predomina la arcilla Alofana, coloide amorfo e hidratado, inestable, muy reactiva. Fija aniones (B, S), pH cercano a la neutralidad, pérdidas de K por lixiviación. Forma complejos organominerales difíciles de descomponer al ligarse con la materia orgánica por lo que poseen buena acumulación de humus. Condiciones físicas muy buenas, bien estructurados, con buen drenaje y retención de humedad. Baja Densidad Aparente susceptibles a compactarse. Fertilidad moderada con muy alta fijación de P por lo que requieren encalado. CICE moderada /alta, moderada retención iónica. Presentes en régimen Údico.</b>
<b>Aridisol</b>	<b>Suelo típico de condiciones áridas o de desierto. No existe en CR. Las bajas precipitaciones provocan que sean suelos poco lixiviados. Pobres en materia orgánica. Con baja tasa de formación y descomposición. Tienen desarrollado un horizonte Cálcico por iluviación. Muchos tienen bien desarrollado un horizonte Argílico que indican un clima anterior más húmedo. Son de colores claros. Con pH neutros a básicos, fertilidad en general moderada, con excepción del N, pueden presentar problemas de sales y Na.</b>
<b>Entisol</b>	<b>Muy poco desarrollado, no siendo posible diferenciar una secuencia de horizontes en el perfil, por lo que carecen de identidad pedogenética. Formados típicamente tras aluviones de los cuales dependen mineralmente. Poseen un horizonte A sobre el material parental por lo que exhiben propiedades de la roca madre. Poco profundos, inundables y muy susceptibles a erosión hídrica y/o eólica. Son pobres en materia orgánica y en general responden a los abonos nitrogenados.</b>
<b>Espodosol</b>	<b>Suelos de climas pluviales, húmedos y muy húmedos, se forman a partir de materiales parentales asociados a cenizas volcánicas y a materiales arenosos. Con típico desarrollo de horizontes Espódico y Álbico, con significativa acumulación de arcilla en el Horizonte B, posibilitando la compactación en profundidad. Baja CICE, pH ácido y de muy baja fertilidad.</b>
<b>Gelisol</b>	<b>Suelo típico de condiciones muy frías donde el agua del perfil se congela. No existe en CR.</b>

<b>Histosol</b>	Se desarrollan en ambientes de condiciones húmedas o frías. De origen orgánico con diverso grado de descomposición (mineralización) que determina su grado de desarrollo. En general ácido con pH bajo, livianos, de fertilidad y productividad variable de acuerdo con la adecuación de la zona y el grado de evolución del material orgánico que lo estructura.
<b>Inceptisol</b>	Desarrollo pedogenético incipiente pero mayor en relación con el Entisol, distinguiendo una moderada secuencia de horizontes en el perfil, inmaduro, con desarrollo incipiente, de origen diverso, características químicas y mineralógicas variadas y cambiantes según origen. Son relativamente poco problemáticos. Pueden considerarse como una etapa juvenil de futuros Ultisoles y Oxisoles.
<b>Mollisol</b>	Poseen excelentes características físicas y químicas. No presentan lixiviación excesiva. Son suelos oscuros, con buena descomposición de materia orgánica gracias a los procesos de adición y estabilización (melanización). Bienes estructurados. Saturación de bases superior al 50%. Muy productivos debido a su alta fertilidad.
<b>Oxisol</b>	Relacionados con climas húmedos y muy húmedos. Debido a la alta precipitación son suelos lavados que presentan condiciones ácidas. Muy desarrollados y meteorizados, de muy baja fertilidad, horizonte Óxico. Son ricos en sesquióxidos de Fe y Al. Presentan proporción de arcillas 1:1, se forman sobre antiguos suelos de trópicos húmedos. De muy limitada fertilidad. Tienden a presentar texturas finas debido a su alto grado evolutivo y a la relación del mismo con el tamaño de las partículas.
<b>Ultisol</b>	Suelos muy meteorizados de gran desarrollo, viejos, rojos, de baja fertilidad, horizonte Argílico. Predominan las arcillas 1:1 Caoliníticas y los Óxidos de Fe y Al. Poseen pocas bases, sufren pérdida de Si, Ca, Mg, K y micronutrientes por lavado. Tienen altas concentraciones de Fe y Al que son tóxicas para las raíces. Presentan altas pérdidas de N. Ácidos, con baja retención iónica y muy baja CICE, alta fijación de P, responden al encalado. Poseen excelentes condiciones físicas de estructura, agregación y drenaje natural. Se recomienda la aplicación de materia orgánica. Presentes en régimen Ústico/Údico.
<b>Vertisol</b>	Suelos extremadamente arcillosos, muy fértiles y con malas características físicas. Presentan arcillas tipo 2:1 Montmorrillonítico, con reacciones de agrietamiento (contracción-expansión). Uniformes y muy oscuros. Tienen serios problemas de infiltración y percolación de agua en su perfil. Inundables en invierno pero en el verano presentan extrema sequía formando bloques masivos que fracturan en grandes grietas. Su mecanización es difícil. Muy fértiles con pH altos y contenidos de Ca y Mg elevados, alta CICE, muy alta retención iónica, presentan retención de K. Presentes en régimen Ústico.

Figura 1. Detalle de los 12 Órdenes taxonómicos de suelos según USDA (1999, 2014).


# THE TWELVE ORDERS OF SOIL TAXONOMY



**ALFISOLS**

Alfisols are soil orders that have well-developed horizons that have clay enrichment and other characteristics that are not found in the soil surface, where they can hold and supply water and nutrients to plants. They are found primarily under forest or mixed vegetation cover and are productive for most crops.


**ALFISOLS MAKE UP ABOUT 10% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**



**ANDISOLS**

Andisols form from weathering processes that give rise to soils with little, widely variable structure. These soils can result in an unusually high water and nutrient holding capacity. As a group, Andisols tend to be highly productive soils. They include widely varied soils with such volcanic glass as well as many strongly weathered soils. They are common in cool areas with moderate to high precipitation, especially those areas associated with volcanic materials.

**ANDISOLS MAKE UP ABOUT 1% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**ARIDISOLS**

Andisols are soils that are best for the growth of mesophytic plants. The lack of moisture greatly restricts the intensity of weathering processes and limits root development processes to the upper part of the soil. Andisols often have water pipes, salt, calcium carbonate, and other substances that are easily leached from soils in more humid environments.

Andisols are common in the deserts of the world.


**ARIDISOLS MAKE UP ABOUT 12% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**



**ENTISOLS**

Entisols occur in areas of recently deposited parent materials or in areas where erosion or deposition rates are faster than the rate of soil development, such as dunes, steep slopes, and flood plains. They occur in many environments.

**ENTISOLS MAKE UP ABOUT 10% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**GELISOLS**

Gelisols are soils that have permafrost near the soil surface and/or have evidence of characteristics that characterize and/or are unique to permafrost.

Gelisols are common in the higher latitudes of all high latitudes.

**GELISOLS MAKE UP ABOUT 8% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**HISTOSOLS**

Histosols have a high content of organic matter and no primary minerals. Most are saturated year-round, but some are freely drained. Histosols are commonly called bogs, swamps, peats, or mucks.

Histosols have an unconsolidated plant remains that accumulate in water-saturated soils or bogs that have formed. In bogs, soils are drained and exposed to air, so microbial decomposition is accelerated and the soil is highly humic.

**HISTOSOLS MAKE UP ABOUT 1% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**INCEPTISOLS**

Inceptisols are soils of somewhat to humid environments that generally exhibit only moderate degrees of soil weathering and development.

Inceptisols have a wide range of characteristics and occur in wide variety of environments.

**INCEPTISOLS MAKE UP ABOUT 17% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**MOLLISOLS**

Mollisols are soils that have a dark colored surface horizon with a relatively high content of organic matter. The soils are formed both through wind and water action and are quite fertile.

Mollisols characterize tall grass prairie regions that have been stable for a long time. They have low natural fertility as well as a low capacity to retain additional lime and fertilizer.

**MOLLISOLS MAKE UP ABOUT 7% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**OXISOLS**

Oxisols are highly weathered soils of tropical and subtropical regions. They are characterized by low activity minerals, such as quartz, kaolinite, and iron oxides. They tend to have a subsoil horizon.

Oxisols characteristically occur on land surfaces that have been stable for a long time. They have low natural fertility as well as a low capacity to retain additional lime and fertilizer.

**OXISOLS MAKE UP ABOUT 8% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**SPODOSOLS**

Spodosols formed from weathering processes that strip organic matter combined with aluminum, such as within iron from the surface layer and deposit them in the soil. In unacidified soils, a gray colored horizon that has the color of oxidized iron is called a bleached or iron band.

Spodosols commonly occur in areas of coarse-textured deposits under coniferous forests of humid regions. They tend to be acid and infertile.

**SPODOSOLS MAKE UP ABOUT 8% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**




**ULTISOLS**

Ultisols are soils in humid areas. They formed from fairly intense weathering and leaching processes that result in a clay-enriched subsoil (zone called a claypan, such as in some kaolinitic, and iron oxides).

Ultisols are typically acid soils in which rapid nutrient loss is counteracted by the upper soil horizons. They have a moderately low capacity to retain additional lime and fertilizer.

**ULTISOLS MAKE UP ABOUT 8% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**



**VERTISOLS**

Vertisols have a high content of expanding clay minerals. They undergo pronounced changes in volume with changes in moisture. They have cracks that open and close periodically, and that have evidence of soil movement in the profile. Because they swell when wet, vertisols have very sticky soils and have unique till building. They tend to be fairly high in natural fertility.

**VERTISOLS MAKE UP ABOUT 2% OF THE WORLD'S KEEPER LAND SURFACE.**

U.S. Department of Agriculture, National Resources Conservation Service. The National Resources Conservation Service is a federal agency within the U.S. Department of Agriculture. It is responsible for the conservation and management of the Nation's soil, water, and related natural resources, and for the promotion of the conservation of these resources. The National Resources Conservation Service is a part of the U.S. Department of Agriculture. It is responsible for the conservation and management of the Nation's soil, water, and related natural resources, and for the promotion of the conservation of these resources.

Fuente: USDA, Natural Resources Conservation Service (NRCS).

## Objetivos del estudio

Los objetivos primarios pretendidos alcanzar por el presente documento son los siguientes:

### **General:**

Ubicar geográfica y territorialmente de manera aproximada los Órdenes taxonómicos de suelos de las localidades productoras de caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica, a nivel de provincia, cantón y región.

### **Específicos:**

- a) Distinguir los suelos sembrados con caña de azúcar en el país, de acuerdo con los Órdenes taxonómicos predominantes.
- b) Conocer la ubicación y distribución espacial y territorial de los Órdenes taxonómicos de suelos según provincia, cantón y región productora de caña.
- c) Determinar y clasificar por su extensión los Órdenes taxonómicos más importantes para la producción de caña de azúcar en el país.
- d) Aportar información taxonómica básica que favorezca y permita la correcta toma de decisiones en cuanto a manejo competitivo de plantaciones comerciales de caña.
- e) Aportar los elementos básicos que sirvan como base para la formulación de programas de nutrición y fertilización apegados a principios taxonómicos y de fertilidad natural, acorde con el potencial y capacidad de los suelos.



## **Metodología**

El procedimiento seguido para acceder con la ubicación territorial y calificación taxonómica de los suelos a nivel de Orden, se basó en información secundaria tomada a partir de los mapas digitalizados recientemente diseñados y hechos públicos por varias instituciones nacionales (IICA-UCR-CIA 2016).

Una vez ubicada y dispuesta la información de interés de dicha base de datos de suelos, la misma fue posteriormente asociada, integrada, articulada y superpuesta con la información institucional catastrada y digitalizada disponible en LAICA relativa a las áreas sembradas con caña destinada a la fabricación de azúcar, situándola territorialmente de acuerdo con los cantones productores, lo que permitió identificar las categorías de suelos existentes en cada localidad (Chaves 2017bc; Chaves y Chavarría 2013). La información se proyectó a nivel de cantón, provincia y región productora de caña de acuerdo con la organización y legislación vigente en el sector azucarero (LAICA 1998, 2000).

### **Origen de los datos taxonómicos**

Para la determinación puntual de los tipos de suelos presentes y dominantes en la producción de caña empleada como materia prima para la fabricación de azúcar (no de dulce o uso pecuario), se utilizó la información generada por el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica (UCR), con el calificado apoyo de otras instancias como la Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS), el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

En este particular señalan esas mismas fuentes (IICA-UCR-CIA, 2016), que *“A partir del 2009, el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) dirige importantes esfuerzos en la actualización del mapa de suelos de Costa Rica, mediante la sistematización y el procesamiento de la investigación de estudios de suelos realizados por diferentes actores públicos y privados desde 1978, con la publicación del mapa de Asociaciones de Subgrupos*

*de Suelos de Costa Rica (Pérez et al. 1978). En ese proceso se ha contado con el valioso apoyo de diversos actores del sector agroalimentario, como el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA Costa Rica) y la Asociación Costarricense de Ciencias del Suelos (ACCS).”*

Dicha información es por tanto el resultado de un importante y trascendental esfuerzo interinstitucional ejecutado por calificados profesionales, especialistas en el tema, que en una intensa labor procedieron a integrar, articular y digitalizar la información nacional, como es descrito con mayor detalle y propiedad por el IICA-UCR-CIA (2016), al indicar que *“En 2009 se celebró en San José, Costa Rica, el XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, en el que se resaltó la necesidad de reforzar el proceso de transformar la información sobre suelos existente en formato analógico a formato digital, iniciativa promovida por el consorcio GlobalSoilMap (<http://www.globalsoilmap.net/>).*

*En 2012 un grupo integrado por representantes del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica (UCR), Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS) y del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA Costa Rica) inició el proceso de revisión y actualización de la taxonomía del mapa de suelos del año 1989 del Ingeniero Alexis Vásquez Morera y la conformación de una base de datos de perfiles de suelos de Costa Rica de estudios realizados desde 1970 hasta la fecha.*

*El 5 de diciembre de 2013, en el marco de la celebración del Día Mundial de Suelos, se presentó una versión revisada y actualizada en formato digital del mapa de órdenes y subórdenes de suelos de Costa Rica a una escala de 1:200.000, así como una base de datos con 450 perfiles de suelos del país.”*

### **Criterios adoptados**

La generación de la información taxonómica tuvo como punto de partida una base de datos georreferenciada creada por los gestores de la iniciativa a partir de perfiles, cuya matriz contenía los diferentes indicadores o atributos particulares

principales que permitieron caracterizar físico-químicamente cerca de 1.500 perfiles de suelo disponibles, como se aprecia en el ejemplo anotado en el Cuadro 2 por Sandoval y Mata (2015). Debe tenerse presente que un **Perfil** es un corte vertical que va desde la superficie del suelo hasta el material parental más profundo, los cuales muestran una serie de capas diferenciadas llamadas **horizontes** que operan como descriptores para clasificar y tipificar un suelo.

**Cuadro 2.**

**Detalle de los parámetros para incorporar perfiles de suelos en una base de datos.**

Parámetros / atributos	Detalle
Ubicación geográfica	Latitud y longitud (sistema de coordenadas más apropiado para el país)
Análisis químico de fertilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH, acidez</li> <li>Ca, Mg, K, CICE, % SA, P, Zn, Mg, Mn y Cu</li> </ul>
Análisis químicos para clasificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ca, Mg, K y Na extraído en acetato de amonio</li> <li>Porcentaje de retención de P, Fe y Al en oxalato</li> <li>Porcentaje de carbono orgánico y de capacidad de intercambio catiónico (CIC)</li> </ul>
Análisis físico	Textura, densidad aparente, retención de humedad y conductividad hidráulica
Taxonomía	Clasificación de suelos según el USDA
Características del paisaje	Elevación, gradiente, relieve, material parental, vegetación, fertilidad aparente y roca superficial
Características morfológicas	Color de la matriz principal y acompañante, estructura, consistencia, porosidad, raíces, límites, plasticidad y adhesividad
Referencia	Autor y fecha

**Fuente: Sandoval y Mata (2015).**

El criterio de referencia taxonómica utilizado en Costa Rica ha sido por antecedente histórico el sistema **“Taxonomía de Suelos o Soil Taxonomy”** del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, mejor conocido por sus siglas en inglés como USDA (United States Department of Agriculture) y establecido en 1999 por el Soil Survey Staff, con las debidas actualizaciones posteriores (USDA 2014).

El resultado y producto final del gran trabajo realizado por los desarrolladores de la iniciativa taxonómica nacional, fue generar un **Mapa Digital**, que consiste en una resolución gráfica del suelo que muestra sus relaciones cuantitativas con su entorno, establecidas mediante observaciones de campo y pruebas de laboratorio recopiladas e integradas en una base de datos georreferenciada. Se conoce complementariamente como **Base de Datos Georreferenciada** *“al Conjunto de datos almacenados, sin redundancias innecesarias, en un soporte informático y accesible simultáneamente por distintos usuarios y aplicaciones. Los datos deben ser estructurados y almacenados de forma totalmente independiente de las aplicaciones que utilizan la base de datos.”*, como anotarán los autores (IICA-UCR-CIA 2016; Sandoval y Mata 2014 2015).

### **Producción nacional de caña y azúcar**

La información sobre la cantidad de caña producida en el campo, procesada en el ingenio y proyectada al azúcar obtenido a partir de la misma en las fábricas nacionales, fue tomada de los registros oficiales que LAICA lleva al respecto, la cual fue anotada y comentada oportunamente por Chaves (2017c), Chaves *et al* (2016) y Chaves y Chavarría (2013).

Como se observa en el Cuadro 3 para el periodo de siete zafas transcurrido entre los años 2010-2016, se reportó como antecedente la producción de caña en 32 cantones y 103 distritos distribuidos en las siete provincias del territorio nacional. La producción es en algunas localidades muy volátil pues ocurre en cantidades variables, dejando inclusive algunas de ellas de producir caña en ese corto periodo de tiempo, como acontece con los cantones de Cartago, Orotina, Siquirres y Turrubares. Se incluyó Orotina por considerarlo relevante pese a que no produjo caña en el periodo evaluado.

Durante la última zafra 2015-2016 se reporta que fueron 27 los cantones que produjeron caña, como lo indicaran Chaves *et al* (2016), pertenecientes a cinco provincias y representados en seis regiones. Destaca en ese sentido Alajuela como la provincia que más cantones (12) y distritos (48) productores de caña

posee; seguida por Guanacaste con 7 y 17, respectivamente. Por el contrario, Heredia y Limón solo mantuvieron un cantón y un distrito en producción, como fueron el caso de Santa Bárbara y Siquirres, respectivamente.

**Cuadro 3.**  
**Cantones y distritos cañeros según provincia.**  
**Periodo 2010-2016.**

Provincia	Cantones		Distritos		Rango Altitud (msnm)
	N°	%	N°	%	
<b>Alajuela</b>	<b>12</b>	<b>37,50</b>	<b>48</b>	<b>46,60</b>	<b>30 - 1.357</b>
<b>Guanacaste</b>	<b>7</b>	<b>21,88</b>	<b>17</b>	<b>16,51</b>	<b>7 - 150</b>
<b>Cartago</b>	<b>5</b>	<b>15,63</b>	<b>14</b>	<b>13,59</b>	<b>480 - 1.441</b>
<b>Puntarenas</b>	<b>4</b>	<b>12,50</b>	<b>15</b>	<b>14,56</b>	<b>0 - 418</b>
<b>San José</b>	<b>2</b>	<b>6,25</b>	<b>7</b>	<b>6,80</b>	<b>375 - 865</b>
<b>Heredia</b>	<b>1</b>	<b>3,12</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>	<b>1.140</b>
<b>Limón</b>	<b>1</b>	<b>3,12</b>	<b>1</b>	<b>0,97</b>	<b>703</b>
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>103</b>	<b>100</b>	<b>0 - 1.441</b>

**Fuente: Chaves (2017c).**

En los Cuadros 4 y 5 se detalla la producción total de caña entregada a los ingenios medida en toneladas métricas (tm) y el azúcar fabricado medido en bultos de 50 kilogramos (bultos), respectivamente, revelando la importancia y representatividad de cada uno de los cantones que la reportó.

La cantidad de azúcar obtenida y recuperada por los ingenios viene determinada por varios factores que la intervienen de manera directa, como son:

- Calidad general de la materia prima producida y procesada
- Contenido de sacarosa (kg/tm) presente en la caña procesada
- Cantidad (tm) de caña procesada
- Capacidad y eficiencia industrial de la fábrica donde se procesó la caña

Dichos indicadores son a su vez intervenidos por factores climáticos, edáficos, de manejo general de plantaciones, materia prima y condición del ingenio.

## Caña producida y entregada (tm) por cantón

Como se aprecia en el Cuadro 4 la cantidad de caña producida y entregada por cada uno de los 31 cantones para su molienda en los ingenios nacionales, es muy variable en todos los sentidos, presentando los cantones de Carrillo, Liberia y Cañas la mayor relevancia al moler en esas siete zafras un total de 4.545.877, 4.286.983 y 4.159.247 toneladas de caña, respectivamente, para un promedio anual de 649.411, 612.426 y 594.178 toneladas en el mismo orden. Contrariamente la menor producción total se observó en los cantones de Siquirres (101 tm), Turrubares (305 tm) y Palmares (606 tm), en pocas zafras.

**Cuadro 4. Caña molida (tm) por zafra según cantón (31). Periodo 2010 - 2016 (siete zafras)**

Cantón	Zafra							Total	Promedio
	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2012-2014	2014-2015	2015-2016		
Abangares	23.853	27.428	56.844	41.609	51.829	31.179	32.645	265.386	37.912
Alajuela	30.465	21.689	21.749	25.750	24.495	26.186	26.943	177.277	25.325
Alvarado	3.257	8.696	2.701	9.033	3.444	10.442	2.948	40.520	5.789
Atenas	8.660	7.690	17.295	9.821	13.005	7.924	7.221	71.616	10.231
Bagaces	262.817	214.974	289.006	339.108	433.275	466.031	468.256	2.473.467	353.352
Buenos Aires	78.109	98.131	88.370	88.160	70.520	90.183	97.086	610.558	87.223
Cañas	735.938	546.062	551.024	563.249	571.249	609.899	581.824	4.159.247	594.178
Carrillo	552.137	491.820	590.371	788.555	691.097	659.182	772.714	4.545.877	649.411
Cartago Centro	2.960					189		3.150	1.575
Esparza	6.686	3.880	2.243	1.567	1.112	722	166	16.376	2.339
Grecia	201.903	182.660	190.448	193.662	198.920	197.553	180.494	1.345.639	192.234
Jiménez	144.717	146.875	153.042	150.815	153.638	153.979	139.374	1.042.440	148.920
Liberia	623.583	476.981	521.156	669.406	719.094	686.133	590.631	4.286.983	612.426
Los Chiles	90.928	106.188	104.747	119.436	134.507	167.846	175.391	899.042	128.435
Montes de Oro	4.204	3.830	3.691	6.714	8.438	6.783	5.555	39.216	5.602
Naranjo	4.016	2.542	2.781	3.696	5.457	4.661	5.774	28.927	4.132
Nicoya	27.178	15.244	25.893	24.778	21.553	21.284	22.700	158.630	22.661
Palmares		649	586		609	905	279	3.028	606
Paraiso	2.976	131	2.990	819	3.046	974	3.294	14.231	2.033
Pérez Zeledón	165.124	183.260	205.637	227.097	225.006	204.178	210.033	1.420.335	202.905
Poás	15.442	13.209	17.915	14.193	14.504	13.864	25.476	114.603	16.372
Puntarenas	316.039	224.785	331.133	417.880	443.401	408.014	395.039	2.536.290	362.327
San Carlos	412.587	357.656	437.255	427.164	449.619	414.397	435.557	2.934.234	419.176
San Mateo	1.025	3.147	1.098	501	503	493	224	6.990	999
San Ramón	22.127	18.294	15.444	17.483	19.597	23.385	25.015	141.345	20.192
Santa Bárbara						1.354		1.354	1.354
Santa Cruz	98.722	69.322	79.154	90.250	108.834	101.758	85.448	633.489	90.498
Siquirres	101							101	101
Turrialba	78.494	89.463	102.363	100.599	117.490	105.196	93.513	687.118	98.160
Turrubares				305				305	305
Valverde Vega	4.836	5.988	8.179	8.955	7.879	7.758	12.861	56.456	8.065
<b>Total (31)</b>	<b>3.918.882</b>	<b>3.320.596</b>	<b>3.823.113</b>	<b>4.340.604</b>	<b>4.492.123</b>	<b>4.422.451</b>	<b>4.396.458</b>	<b>28.714.226</b>	<b>4.104.838</b>
<b>N° Cantones</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>31</b>

Fuente: Departamento Técnico (2017)

Nota: Para efecto del promedio se toma únicamente los años donde hubo entregas de caña.

## Azúcar fabricada (bultos 50 kg) por cantón

Como se anotó anteriormente la cantidad de azúcar recuperada y fabricada viene influenciada y determinada por varios factores que inciden de manera positiva aunque también negativa, lo cual se proyecta y visualiza en el Cuadro 5. En este caso los cantones de Carrillo, Liberia y Cañas fueron los más productivos en esas siete zafas, al fabricar un total de 9.459.945, 8.856.223 y 8.759.026 bultos de azúcar, respectivamente. La menor fabricación total se observó en los cantones de Siquirres (211), Turrubares (757) y Santa Bárbara (3.161) bultos.

**Cuadro 5. Bultos de azúcar de 96° de polarización procesado según cantón de origen de la caña. Periodo 2010 - 2016 (siete zafas)**

Cantón	Zafra							Total	Promedio
	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2012-2014	2014-2015	2015-2016		
Abangares	47.303	55.807	126.450	89.268	107.691	65.128	66.610	558.258	79.751
Alajuela	61.169	48.817	47.165	55.350	53.704	53.705	53.337	373.246	53.321
Alvarado	6.953	19.893	6.034	20.357	7.872	22.014	6.240	89.363	12.766
Atenas	18.921	18.537	37.577	23.774	30.141	18.424	16.539	163.913	23.416
Bagaces	526.548	459.726	639.828	725.084	912.559	979.951	939.235	5.182.930	740.419
Buenos Aires	181.126	235.032	227.733	212.169	173.399	229.786	245.553	1.504.798	214.971
Cañas	1.472.146	1.201.873	1.228.673	1.208.384	1.186.952	1.274.009	1.186.988	8.759.026	1.251.289
Carrillo	1.107.408	1.020.357	1.277.493	1.651.524	1.473.217	1.399.701	1.530.245	9.459.945	1.351.421
Cartago Centro	6.195					442		6.638	3.319
Esparza	12.593	7.229	4.458	2.962	2.141	1.384	311	31.079	4.440
Grecia	441.465	421.747	428.297	457.234	463.902	439.335	391.169	3.043.150	434.736
Jiménez	307.831	335.926	345.132	339.936	353.611	323.059	292.898	2.298.392	328.342
Liberia	1.250.864	989.740	1.098.993	1.358.493	1.519.159	1.471.253	1.167.721	8.856.223	1.265.175
Los Chiles	168.852	217.887	220.469	266.117	302.240	337.625	368.822	1.882.011	268.859
Montes de Oro	8.289	7.135	7.336	12.690	16.245	13.015	10.407	75.117	10.731
Naranjo	8.772	6.127	6.474	9.177	12.944	10.878	13.292	67.666	9.667
Nicoya	54.505	31.623	56.522	52.648	46.127	45.043	44.970	331.437	47.348
Palmares		1.564	1.364		1.446	2.114	642	7.130	1.426
Paraíso	6.354	300	6.679	1.845	6.962	2.054	6.975	31.168	4.453
Pérez Zeledón	382.306	438.785	529.934	546.541	553.261	520.246	531.223	3.502.295	500.328
Poás	31.864	30.310	39.218	31.474	32.451	30.047	54.528	249.892	35.699
Puntarenas	622.293	418.644	658.200	793.825	856.037	785.102	741.319	4.875.419	696.488
San Carlos	657.433	722.666	846.444	829.410	949.830	780.832	801.553	5.588.168	798.310
San Mateo	2.239	7.586	2.555	1.243	1.195	1.151	515	16.484	2.355
San Ramón	46.761	42.468	34.888	40.713	44.921	52.749	56.167	318.667	45.524
Santa Bárbara						3.161		3.161	3.161
Santa Cruz	197.985	143.810	172.526	191.183	232.665	215.524	169.263	1.322.956	188.994
Siquirres	211							211	211
Turrialba	165.861	204.543	233.686	226.795	272.287	220.379	195.453	1.519.005	217.001
Turrubares				757				757	757
Valverde Vega	9.284	13.222	17.364	18.675	16.916	15.919	27.789	119.169	17.024
<b>Total (31)</b>	<b>7.803.532</b>	<b>7.101.352</b>	<b>8.301.490</b>	<b>9.167.630</b>	<b>9.629.875</b>	<b>9.314.031</b>	<b>8.919.764</b>	<b>60.237.675</b>	<b>8.611.699</b>
<b>N° Cantones</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>31</b>

Fuente: Departamento Técnico (2017)

Nota: Para efecto del promedio se toma únicamente los años donde se procesó azúcar.

## Indicadores agroindustriales de producción nacional

A partir de la caña entregada y el azúcar fabricado destaca el hecho, como indica el Cuadro 6, que en promedio es Guanacaste y no Alajuela la provincia que durante las últimas siete zafras (periodo 2010-2016) más materia prima molió (57,5%) y azúcar elaboró (57,2%), lo que es muy sugestivo de la distribución territorial de la producción; le sigue Alajuela con el 20,1% y 19,6%

**Cuadro 6.**  
**Caracterización geográfica según provincia y aporte de los 31 cantones productores de caña para fabricar azúcar. Periodo 2019-2016 (7 zafras).**

Provincia	Ingenios	Cantones		Frecuencia *	Total **				Concentración de Sacarosa
	N°	N°	%	%	Caña Procesada (TM)	%	Azúcar Fabricada (Bultos)	%	kg/tmc
Alajuela	6	11	35,48	97,4	5.779.156	20,13	11.829.497	19,64	102,35
Guanacaste	3	7	22,58	100	16.523.077	57,54	34.470.774	57,22	104,31
Cartago	2	5	16,13	85,7	1.787.458	6,23	3.944.565	6,55	110,34
Puntarenas	1	4	12,90	100	3.202.440	11,15	6.486.413	10,77	101,27
San José	1	2	6,45	57,1	1.420.640	4,95	3.503.053	5,82	123,29
Heredia	0	1	3,23	14,3	1.354	0,005	3.161	0,005	116,73
Limón	0	1	3,23	14,3	101	0,0004	211	0,0004	104,46
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>31</b>			<b>28.714.226</b>		<b>60.237.675</b>		<b>104,89</b>
<b>Porcentaje</b>			<b>100</b>	<b>91,7</b>		<b>100</b>		<b>100</b>	

Fuente: Chaves (2017).

## Área sembrada con caña de azúcar

El Cuadro 7 y la Figura 2 presentan por región productora el estimado de área sembrada y área cosechada de caña durante el año 2016 (Chaves *et al* 2016). Queda evidenciado según ese estimado, que de las 69.030 ha presuntamente sembradas con caña durante la zafra 2015-2016 se cosecharon 61.770 ha, lo que significó un 89,48%, quedando por lo tanto 7.260 ha sin cortar correspondientes a un 10,52%. Del área total sembrada, Guanacaste representó el 56,86%, seguida por la Región Norte (San Carlos y Los Chiles) con el 13,96% y el Pacífico Central con el 8,53%. La región Sur (Pérez Zeledón y Buenos Aires) es la que menos área cultivada reporta, con 4.544 ha para un 6,58%.

**Cuadro 7.**  
**Área sembrada y cosechada (ha) con caña de azúcar según**  
**región productora. Año 2016.**

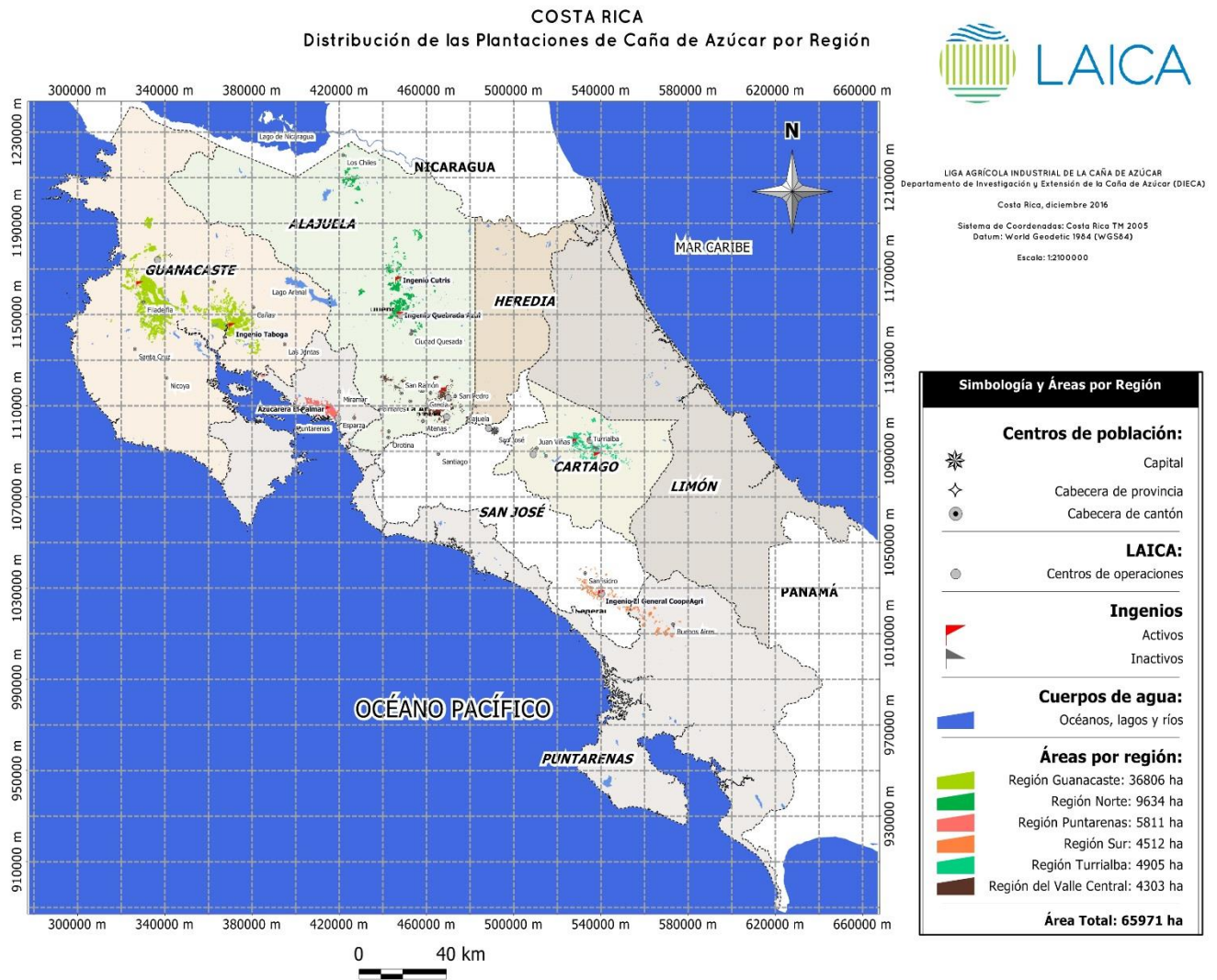
<b>Región</b>	<b>Área cosechada (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Área no cosechada (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Área total (ha)</b>	<b>%</b>
<b>Guanacaste 1</b> (Carrillo, Liberia, Santa Cruz y Nicoya)	24.234	39,23	4.735	65,22	28.969	41,97
<b>Guanacaste 2</b> (Cañas, Bagaces y Abangares)	9.762	15,80	520	7,16	10.282	14,89
<b>Total Guanacaste</b>	<b>33.996</b>	<b>55,04</b>	<b>5.255</b>	<b>72,38</b>	<b>39.251</b>	<b>56,86</b>
<b>Norte</b>	9.381	15,19	253	3,49	9.634	13,96
<b>Sur</b>	4.393	7,11	151	2,08	4.544	6,58
<b>Pacífico Central</b>	5.655	9,15	233	3,21	5.888	8,53
<b>Turrialba</b>	3.976	6,44	1.043	14,37	5.020	7,27
<b>Valle Central</b>	4.369	7,07	324	4,46	4.693	6,80
<b>Total</b>	<b>61.770</b>	<b>100,00</b>	<b>7.260</b>	<b>100,00</b>	<b>69.030</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Chaves *et al* (2016).

## Resultados

El hecho de contar con información catastrada y digitalizada de suelos y también de áreas sembradas con caña de azúcar, permitió y facilitó superponer ambas, generando una resolución muy segura y fidedigna sobre los Ordenes de suelo predominantes en esas localidades productoras. Seguidamente se expone el resultado de ese interesante y complejo ejercicio informático, el cual se anota por cantón, por provincia y región productora de acuerdo con la organización que mantiene LAICA vigente en atención a lo que dicta su Ley Orgánica (LAICA 1998, 2000).

El estudio revela un área sembrada con caña correspondiente a un total de 66.056,07 ha, de las cuales 155,92 se anotan como suelos Urbanos, lo que marca una diferencia con respecto al área proyectada en el Cuadro 7, estimada en 69.030 ha, para una diferencia de -2.973,93 ha correspondiente a un -4,31%.



**Figura 2.**  
**Distribución de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica.**

## Ordenes de suelo

### Según cantón

De acuerdo con la información general expuesta en el Cuadro 8, queda evidenciada la distribución heterogénea de los Órdenes de suelo en el área cañera nacional. Se anota un área que aparece identificada con un concepto novedoso nombrado como **Suelo Urbano** donde no hay identificación taxonómica del suelo vinculado por estar disturbado, no tener uso agrícola, o en su caso, corresponder a puntos con infraestructura civil y estar cubiertos por ciudades. Estos suelos no suman al área sembrada con caña de azúcar.

**Cuadro 8. Ubicación aproximada de los Órdenes de suelo según CANTÓN Y PROVINCIA.**

Órdenes suelo	ALFISOLES	ALFISOLES / INCEPTISOLES	ANDISOLES	ENTISOLES	ENTISOLES / HISTISOLES	ENTISOLES / INCEPTISOLES	INCEPTISOLES	MOLLISOLES	MOLLISOLES / ALFISOLES	MOLLISOLES / INCEPTISOLES	ULTISOLES	ULTISOLES / INCEPTISOLES	URBANO	VERTISOLES	Total General
ALAJUELA			1.878,01	678,33	68,05		4.480,59				4.532,77	2.100,60	98,60	153,20	13.990,16
Alajuela			159,57	2,82			93,46				0,04		23,76	153,20	432,86
Atenas				68,01							131,25		48,95		248,21
Grecia			735,19	106,30			608,52				242,27	803,44	24,52		2.520,24
Los Chiles					68,05		48,24				2.054,30				2.170,59
Naranjo			50,67	7,39							0,65				58,71
Orotina											1,80				1,80
Poás			248,79	2,58			2,10					2,04			255,51
San Carlos			221,44	491,23			3.726,89				1.727,70	1.295,12			7.462,38
San Mateo											74,23				74,23
San Ramón			254,63				1,38				300,52		1,37		557,90
Valverde Vega			207,72												207,72
CARTAGO			2.627,51				1.524,56				753,05		0,01		4.905,12
Alvarado			75,70												75,70
Jiménez			1.478,10				403,11				449,02				2.330,22
Paraíso			94,87								43,60		0,01		138,48
Turrialba			978,84				1.121,45				260,43				2.360,72
GUANACASTE	72,22	5,41		1.929,31		1.661,05	7.014,60	261,64	93,67	13.830,66	463,11			11.474,39	36.806,05
Abangares				0,01			0,00			748,37	92,94			28,05	869,37
Bagaces				545,52		50,37	471,13			1.777,70				4.006,59	6.851,30
Cañas	66,76						114,81			4.480,77	370,17			1.620,03	6.652,54
Carrillo		2,64		9,75		981,40	2.991,84	261,64	93,67	3.653,76				2.103,69	10.098,39
Liberia				1.374,03		433,97	3.254,44			2.576,70				2.603,85	10.243,00
Nicoya						96,95	3,29							461,99	562,23
Santa Cruz	5,46	2,77				98,37	179,09			593,36				650,19	1.529,23
HEREDIA			18,85												18,85
Santa Bárbara			18,85												18,85
PUNTARENAS				930,04			4.512,99				1.637,20		57,31		7.137,54
Buenos Aires				33,79			23,04				1.346,20				1.403,02
Esparza											70,08				70,08
Montes de Oro							210,92				63,93				274,84
Puntarenas				896,25			4.279,04				157,00		57,31		5.389,60
SAN JOSÉ				4,50		153,97					2.954,85				3.113,31
Pérez Zeledón						153,97					2.954,85				3.108,81
Turubares				4,50											4,50
Total General	72,22	5,41	4.524,37	3.542,18	68,05	1.815,02	17.532,73	261,64	93,67	13.830,66	10.340,97	2.100,60	155,92	11.627,59	65.971,03

De igual manera, destaca la presencia de algunos Ordenes compartidos (Alfisol/Inceptisol o Entisol/Histosol, por ejemplo) que corresponden a **Asociaciones de Suelos** que se presentan en paisajes donde coexisten dos o más unidades taxonómicas que por escala y bajo grado de detalle no es posible separar y diferenciar en el estudio realizado y tomado como base. Para su correcta interpretación se debe tener en cuenta en estos casos, que la primera clase de suelo nombrada representa más área que la segunda y esta que la tercera y así sucesivamente. De acuerdo con el criterio calificado del Ing. Agr. Rafael A. Mata Chinchilla<sup>2</sup>, para efecto del cálculo de áreas en estos casos aplica una distribución del 60% a la primera clase y un 40% a la segunda.

Debe tenerse presente que la información recabada y expuesta en el estudio corresponde a aproximaciones muy generales establecidas a nivel de Orden de suelo, lo que debe considerarse y tomarse en cuenta al momento de realizar proyecciones, aproximaciones e interpretaciones. Datos más certeros y exactos solo pueden aplicar y son válidos con la precisión deseada, cuando se formulan a partir de estudios que conlleven una mayor especificidad.

Se observa una buena correlación con respecto a la representatividad de los cantones, no tanto al área reportada, pues hay de hecho una diferencia que puede ser atribuida al largo periodo de tiempo en que fue obtenida la información. En general se identificaron nueve Ordenes de suelo presentes en el área cañera nacional, siendo los mismos los siguientes: **Alfisol, Andisol, Entisol, Histosol, Inceptisol, Mollisol, Oxisol, Ultisol y Vertisol**. Taxonómicamente los cinco cantones con más área sembrada con caña de azúcar reportada, son en su orden: **Liberia** con 10.243,00 ha, **Carrillo** con 10.098,39 ha, **Bagaces** con 6.851,30 ha, **Cañas** con 6.652,54 ha y **Puntarenas** con 5.389,60 ha, para un área total conjunta de 39.234,83 ha representativa del 59,40% nacional (Cuadro 8).

---

<sup>2</sup>/ Comunicación Personal. Rafael A. Mata Chinchilla. Ingeniero Agrónomo, MSc. 9 de Mayo del 2017.

Una valoración de variabilidad destaca al cantón de **Carrillo** con presencia de más Ordenes en su área reportada sembrada con caña de 10.098,39 ha al nombrarse ocho, algunos de ellos compartidos: Mollisol/Inceptisol (36,18%), Inceptisol (29,63%), Vertisol (20,83%), Entisol/Inceptisol (9,72%), Mollisol (2,59%), Mollisol/Alfisol (0,93%), Entisol (0,10%) y Alfisol/Inceptisol (0,03%). Le sigue en variabilidad el cantón de **Grecia** también con cinco Ordenes diferentes en un área cultivada de 2.520,24 ha, siendo los mismos: Ultisol/Inceptisol (31,88%), Andisol (29,17%), Inceptisol (24,15%), Ultisol (9,61%), Entisol (4,22%) y un 0,97% clasificado como suelo Urbano.

Siguiendo el mismo criterio está el cantón de **Santa Cruz** con seis Ordenes que dominan su área de 1.529,23 ha sembradas con caña, los cuales corresponden a: Vertisol (42,52%), Mollisol/Inceptisol (38,80%), Inceptisol (11,71%), Entisol/Inceptisol (6,43%), Alfisol (0,36%) y Alfisol/Inceptisol (0,18%), respectivamente. El cantón de **Alajuela** marca presencia por su heterogeneidad con seis Ordenes en un área pequeña de apenas 432,86 ha cultivada con caña, al nombrarse: Andisol (36,86%), Vertisol (35,39%), Inceptisol (21,59%), suelo Urbano (5,49%), Entisol (0,65%) y Ultisol (0,01%) según importancia.

Hay por el contrario cantones que mantienen su área sembrada en apenas un Orden de suelo (100%) y determinado por el limitado tamaño de sus fincas cañeras, como acontece con: **Valverde Vega** (207,72 ha), **Alvarado** (75,70 ha), **San Mateo** (74,23 ha), **Esparza** (70,08 ha), **Santa Bárbara** (18,85 ha), **Turrubares** (4,50 ha), **Siquirres** (2,0 ha) y **Orotina** (1,80 ha); lo que correspondió a los Ordenes Andisol, Ultisol, Entisol e Inceptisol, respectivamente.

De acuerdo con el área sembrada los cuatro cantones principales en cuanto a producción y entrega de caña observaron la relación siguiente: en el caso de **Liberia** (10.243,0 ha) se identifican cinco Ordenes diferentes: Inceptisol (31,77%), Vertisol (25,42%), Mollisol/Inceptisol (25,16%), Entisol (13,41%) y Entisol/Inceptisol (4,24%). El cantón de **Carrillo** (10.098,39 ha) está descrito arriba. Sigue **Bagaces** en un tercer lugar con 6.851,30 ha sembradas también

con cinco Ordenes: Vertisol (58,48%), Mollisol/Inceptisol (25,95%), Entisol (7,96%), Inceptisol (6,88%) y Entisol/Inceptisol (0,74%). El cantón de **Cañas** por su parte mantiene sembradas 6.652,54 ha en cinco Ordenes diferentes, como sigue: Mollisol/Inceptisol (67,35%), Vertisol (24,35%), Ultisol (5,56%), Inceptisol (1,73%) y Alfisol (1,00%).

Los cantones que mantienen sus áreas sembradas de manera consistente en un solo (100%) tipo de suelo, correspondió a los siguientes Ordenes: **Alvarado** (Andisol), **España** (Ultisol), **Orotina** (Ultisol), **Santa Bárbara** (Andisol), **Turrubares** (Entisol), **Siquirres** (Inceptisol) y **Valverde Vega** (Andisol).

Una valoración desde la perspectiva del suelo revela de acuerdo con el Cuadro 16 que en lo referente a Ordenes una vez redistribuidos los nombrados como suelos asociados (relación 60/40), la mayor representatividad en el caso de los Alfisoles se verificó en el cantón de **Cañas** con el 59,12% de lo existente en todo el país, en los Andisoles fue **Jiménez** (32,45%), en Entisoles **Liberia** (34,98%), en Inceptisoles **Carrillo** (19,65%), en Mollisoles **Cañas** (31,20%), en Ultisoles el cantón de **Pérez Zeledón** con un 25,42% y en Vertisoles fue **Bagaces** con una representatividad del 34,46%. Se concluye que existe una marcada dispersión en lo concerniente a la dominancia territorial de los Ordenes de los suelos sembrados con caña de azúcar. Este tema será abordado con mayor especificidad más adelante.

### **Según provincia**

El Cuadro 9 presenta de forma puntual y específica para cada una de las siete provincias del país, la presencia de los Órdenes principales de suelo existentes en cada una de ellas; así como también la relación de los Órdenes vinculados. Es importante tener presente que la organización y clasificación mediante el concepto de provincia, genera diferencias de fondo con respecto al tradicional criterio seguido por el sector azucarero que nombra y distingue por medio de regiones productoras. La diferencia estriba en que el primer criterio es geográfico,

en tanto que el segundo es más territorial vinculado a las zonas y entornos de producción y alimentación de materia prima a los ingenios del lugar. El ejemplo más claro para explicar la diferencia entre ambos conceptos se da en la Zona Sur, pues como región la misma está representada por los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires, cantón que geográficamente pertenece a la provincia de Puntarenas y no de San José como el primero.

**Cuadro 9. Ordenes de suelos dominantes en Costa Rica según PROVINCIA.**

Ordenes de suelo	Alajuela	Cartago	Guanacaste	Heredia	Limón	Pacífico Central	San José	Total (ha)	%
Alfisol			72,22					72,22	0,11
Alfisol/Inceptisol			5,41					5,41	0,01
Andisol	1.878,01	2.657,61		18,85				4.554,47	6,89
Entisol	678,33		1.929,31			930,04	4,50	3.542,18	5,36
Entisol/Histosol	68,05							68,05	0,10
Entisol/Inceptisol			1.661,05				153,97	1.815,03	2,75
Inceptisol	4.496,59	1.537,46	7.014,60		2,00	4.512,99		17.563,65	26,59
Mollisol			261,64					261,64	0,40
Mollisol/Alfisol			93,67					93,67	0,14
Mollisol/Inceptisol			13.830,66					13.830,66	20,94
Ultisol	4.556,77	753,05	463,11			1.637,20	2.954,85	10.364,98	15,69
Ultisol/Inceptisol	2.100,60							2.100,60	3,18
Vertisol	153,20		11.474,39					11.627,59	17,60
Urbano	98,60	0,01				57,31		155,92	0,24
<b>Total ha</b>	<b>14.030,14</b>	<b>4.948,13</b>	<b>36.806,07</b>	<b>18,85</b>	<b>2,00</b>	<b>7.137,56</b>	<b>3.113,32</b>	<b>66.056,07</b>	
<b>%</b>	<b>21,24</b>	<b>7,49</b>	<b>55,72</b>	<b>0,03</b>	<b>0,003</b>	<b>10,81</b>	<b>4,71</b>		<b>100</b>

Desde una perspectiva geográfica, **Guanacaste** es la provincia más importante al disponer del 55,72% del área sembrada con caña, correspondiente a 36.806,07 ha; seguida por **Alajuela** con el 21,24% (14.030,14 ha), **Pacífico Central** con el 10,81% equivalente a 7.137,56 ha y **Cartago** con un 7,49% (4.948,13 ha). La provincia de **San José** representa el 4,71% del área correspondiente a 3.113,32 ha. **Heredia y Limón** no son relevantes como zonas productoras.



**Figura 3. Paisaje de plantación con caña de azúcar en el Valle Central.**

Seguidamente se presenta y comenta en forma desagregada por provincia y cantón, la distribución de los principales Ordenes de suelo existentes en cada una de ellas, lo que permite ubicar y dimensionar la representatividad de los mismos.

### **Alajuela**

En el Cuadro 10 se identifica y detalla la representación porcentual de los seis Órdenes de suelo más la clase Urbana presentes en cada uno de los 12 cantones productores de caña pertenecientes en este caso a la provincia de Alajuela.

Cuadro 10.

Aproximación taxonómica según Orden de suelo (6) para los cantones (12) productores de caña destinada a la fabricación de azúcar en la provincia de ALAJUELA, Costa Rica.

N°	Cantón	Área sembrada (ha)	Categorías taxonómicas asociadas
			Ordenes (6)
1	Alajuela	432,86	Andisols (36,86%), Vertisols (35,39%), Inceptisols (21,59%), Entisols (0,65%), Ultisols (0,01%), Urbano (5,49%).
2	Atenas	248,21	Ultisols (52,88%), Entisols (27,40%), Urbano (19,72%).
3	Grecia	2.520,24	Ultisols/Inceptisols (31,88%), Andisols (29,17%), Inceptisols (24,15%), Ultisols (9,61%), Entisols (4,22%), Urbano (0,97%).
4	Los Chiles	2.170,59	Ultisols (94,64%), Entisols/Histosols (3,14%), Inceptisols (2,22%).
5	Naranjo	58,71	Andisols (86,31%), Entisols (12,59%), Ultisols (1,11%).
6	Orotina	1,80	Ultisols (100%).
7	Palmares	40,00	Ultisols (60%), Inceptisols (40%).
8	Poás	255,51	Andisols (97,37%), Entisols (1,01%), Inceptisols (0,82%), Ultisols/Inceptisols (0,80%).
9	San Carlos	7.462,38	Inceptisols (49,94%), Ultisols (23,15%), Ultisols/Inceptisols (17,36%), Entisols (6,58%), Andisols (2,97%).
10	San Mateo	74,23	Ultisols (100%).
11	San Ramón	557,90	Ultisols (53,87%), Andisols (45,64%), Inceptisols (0,25%), Urbano (0,25%).
12	Valverde Vega	207,72	Andisols (100%).
	<b>Total (12)</b>	<b>14.030,16</b>	<b>Ultisols (32,48%), Inceptisols (32,05%), Ultisols/Inceptisols (14,97%), Andisols (13,39%), Entisols (4,83%), Vertisols (1,09%), Entisols/Histosols (0,49%), Urbano (0,70%).</b>

Destaca la presencia de Ultisoles en 12 cantones (100%) con excepción de Valverde Vega y de los Ordenes Inceptisol, Andisol y Entisol en el 58,3% c/u (7) de los mismos, lo que es muy revelador por ser la segunda provincia en importancia en cuanto a área cultivada con caña de azúcar. Los cantones de Orotina, San Mateo y Valverde Vega reportan un 100% de sus áreas con un solo tipo de suelo, correspondiente a Ultisol los dos primeros y Andisol el último. Asimismo, llama la atención la presencia de una pequeña área de suelos del Orden Histosol en el cantón de Los Chiles, Zona Norte.

De manera general la caracterización taxonómica aproximada de los suelos cañeros de la provincia de Alajuela incluyendo asociaciones de suelos, es como sigue: Ultisols (32,48%), Inceptisols (32,05%), Ultisols/Inceptisols (14,97%), Andisols (13,39%), Entisols (4,83%), Vertisols (1,09%), Entisols/Histosols (0,49%), Urbano (0,70%). Caso se realice el ajuste (60/40) sugerido por el Ing.

Agr. Rafael Mata a las asociaciones de suelos y eliminen de la estimación los suelos Urbanos, el resultado porcentual y en área (ha) sería el siguiente: Ultisol (5.817,12 ha = 41,76%), Inceptisol (5.336,83 ha = 38,31%), Andisol (1.878,01 ha = 13,48%), Entisol (719,16 ha = 5,16%), Vertisol (153,20 ha = 1,10%) e Histosol (27,22 ha = 0,19%). Como se infiere el 80,07% correspondiente a 11.153,95 ha de los suelos de la provincia alajuelense están dominados por los Ordenes Ultisol e Inceptisol.

## Guanacaste

La taxonomía de suelos de esta provincia como líder en la producción de caña y fabricación de azúcar resulta de especial importancia, virtud de las implicaciones para efectos edáficos y de nutrición de plantaciones. El Cuadro 11 detalla los seis Ordenes de suelo presentes en los siete cantones que cultivan caña de azúcar en esa provincia en un área estimada en 36.806,07 ha, lo que representa el 55,72% del total nacional.

**Cuadro 11.**

**Aproximación taxonómica según Orden de suelo (6) para los cantones (7) productores de caña destinada a la fabricación de azúcar en la provincia de GUANACASTE, Costa Rica.**

N°	Cantón	Área sembrada (ha)	Categorías taxonómicas asociadas
			Ordenes (6)
1	Abangares	869,37	Mollisol/Inceptisols (86,08%), Ultisols (10,69%), Vertisols (3,23%).
2	Bagaces	6.851,30	Vertisols (58,48%), Mollisols/Inceptisols (25,95%), Entisols (7,96%), Inceptisols (6,88%), Entisols/Inceptisols (0,74%).
3	Cañas	6.652,54	Mollisols/Inceptisols (67,35%), Vertisols (24,35%), Ultisols (5,56%), Inceptisols (1,73%), Alfisols (1,00%).
4	Carrillo	10.098,39	Mollisols/Inceptisols (36,18%), Inceptisols (29,63%), Vertisols (20,83%), Entisols/Inceptisols (9,72%), Mollisols (2,59%), Mollisols/Alfisols (0,93%), Entisols (0,10%), Alfisols/Inceptisols (0,03%).
5	Liberia	10.243,00	Inceptisols (31,77%), Vertisols (25,42%), Mollisol/Inceptisols (25,16%), Entisols (13,41%), Entisols/Inceptisols (4,24%).
6	Nicoya	562,23	Vertisols (82,17%), Entisols/Inceptisols (17,24%), Inceptisols (0,59%).
7	Santa Cruz	1.529,23	Vertisols (42,52%), Mollisol/Inceptisols (38,80%), Inceptisols (11,71%), Entisols/Inceptisols (6,43%), Alfisols (0,36%), Alfisols/Inceptisols (0,18%).
	<b>Total (7)</b>	<b>36.806,05</b>	<b>Mollisol/Inceptisols (37,58%), Vertisols (31,18%), Inceptisols (19,06%), Entisols (5,24%), Entisols/Inceptisols (4,51%), Ultisols (1,26%), Mollisols (0,71%), Mollisols/Alfisols (0,25%), Alfisols (0,20%), Alfisols/Inceptisols (0,01%).</b>

Es evidente la diversidad y heterogeneidad de los suelos presentes en todos los cantones de la provincia, lo cual se explica por la amplitud de las áreas cultivadas con caña, siendo Carrillo y Liberia los más relevantes al representar el 27,8% y 27,4% de la provincia, respectivamente, para un significativo 55,2% conjunto.

La caracterización taxonómica aproximada de los suelos cañeros de la provincia de Guanacaste incluyendo asociaciones de suelos, se distribuye como sigue: Mollisol/Inceptisols (37,58%), Vertisols (31,18%), Inceptisols (19,06%), Entisols (5,24%), Entisols/Inceptisols (4,51%), Ultisols (1,26%), Mollisols (0,71%), Mollisols/Alfisols (0,25%), Alfisols (0,20%), Alfisols/Inceptisols (0,01%). Aplicando el ajuste (60/40) propuesto por el Ing. Agr. Rafael Mata Ch. a las asociaciones de suelos y eliminando adicionalmente de la estimación los suelos Urbanos, el resultado porcentual y en área (ha) efectiva sería entonces como sigue: Inceptisol (13.213,44 ha = 35,90%), Vertisol (11.474,39 ha = 31,18%), Mollisol (8.616,24 ha = 23,41%), Entisol (2.925,95 ha = 7,95%), Ultisol (463,11 ha = 1,26%) y Alfisol (112,94 ha = 0,31%). Se concluye que el 90,49% correspondiente a 33.304,07 ha de los suelos de la provincia guanacasteca están dominados por los Ordenes Inceptisol, Vertisol y Mollisol.



**Figura 4. Paisaje productivo de caña de azúcar en Guanacaste.**

Esta región productora de caña de azúcar con destino a la fabricación de azúcar y también de dulce, tradicional por antecedente, está en el primer caso sustentada en áreas cultivadas (4.948,13 ha) básicamente en cinco cantones, siendo los principales Turrialba y Jiménez que representan el 47,71% y 47,09%, respectivamente, para un significativo 94,80% conjunto.

En esta provincia la taxonomía de suelos pese a la heterogeneidad edafoclimática del entorno productivo es más sencilla en relación a otras localidades, pues los tipos de suelo dominantes están plenamente identificados, concentrándose en apenas tres Órdenes mayoritarios, como son los correspondientes a Andisol, Inceptisol y Ultisol con áreas cultivadas con caña de 2.657,61 ha (53,71%), 1.537,46 ha (31,07%) y 753,05 ha (15,22%), respectivamente. La base productiva de caña destinada a fabricar azúcar está sustentada en esta región en los Ordenes taxonómicos Andisoles e Inceptisoles que representan conjuntamente el 84,78% de toda la zona.

**Cuadro 12.**  
**Aproximación taxonómica según Orden de suelo (3) para los cantones (5) productores de caña destinada a la fabricación de azúcar en la provincia de CARTAGO, Costa Rica.**

N°	Cantón	Área sembrada (ha)	Categorías taxonómicas asociadas
			Ordenes (3)
1	Alvarado	75,70	Andisols (100%).
2	Cartago	43,00	Andisols (70%), Inceptisols (30%).
3	Jiménez	2.330,22	Andisols (63,43%), Ultisols (19,27%), Inceptisols (17,30%).
4	Paraíso	138,48	Andisols (68,51%), Ultisols (31,48%), Urbano (0,01%).
5	Turrialba	2.360,72	Inceptisols (47,50%), Andisols (41,46%), Ultisols (11,03%).
	<b>Total (5)</b>	<b>4.948,12</b>	<b>Andisols (53,71%), Inceptisols (31,07%), Ultisols (15,22%).</b>



**Figura 5. Paisaje productivo de caña de Azúcar en Turrialba.**

### **Puntarenas**

Esta región es importante por la magnitud de su área cultivada con caña de azúcar correspondiente a 7.137,56 ha, para una representatividad nacional del 10,81%. Los suelos de la región mayoritariamente mecanizables se ubican en una zona de transición edafoclimática entre Guanacaste y el Valle Central lo que les provee características diferentes a ambas regiones. Por ser esta una organización de índole geográfica, la provincia incluye al cantón de Buenos Aires ubicado en la zona cañera del sur.

En esta provincia se ubican como indica el Cuadro 13, cuatro cantones productores de caña siendo Puntarenas y Buenos Aires los más importantes al sembrar 5.389,60 y 1.403,02 ha de caña, respectivamente, para una significancia del 75,51% y 19,66% de toda la provincia (7.137,54 ha). La taxonomía aproximada de los suelos cañeros de esta provincia incluyendo asociaciones y suelos Urbanos, es Inceptisoles (63,23%), Ultisoles (22,94%), Entisoles (13,03%) y Urbano (0,80%); al eliminar estos últimos quedaría establecido en tres Ordenes principales, indicados como sigue: Inceptisoles

(4.513,00 ha = 63,74%), Ultisoles (1.637,21 ha = 23,12%) y Entisoles (96,88 ha = 13,14%). Como se infiere en esta provincia la zona cañera está sustentada sobre dos Órdenes básicos de suelo como son los Inceptisoles y los Ultisoles, que en conjunto representan el 86,86%. Como se concluye existe mucha uniformidad edáfica pese a que el cantón de Buenos Aires está en otra condición climática y geomorfológica muy diferente.

**Cuadro 13.**

**Aproximación taxonómica según Orden de suelo (3) para los cantones (4) productores de caña destinada a la fabricación de azúcar en la provincia de PUNTARENAS, Costa Rica.**

N°	Cantón	Área sembrada (ha)	Categorías taxonómicas asociadas
			Ordenes (3)
1	Buenos Aires	1.403,02	Ultisols (95,95%), Entisols (2,41%), Inceptisols (1,64%), Oxisols (%).
2	Esparza	70,08	Ultisols (100%).
3	Montes de Oro	274,84	Inceptisols (76,74%), Ultisols (23,26%).
4	Puntarenas	5.389,60	Inceptisols (79,39%), Entisols (16,63%), Ultisols (2,91%), Urbano (1,06%).
	<b>Total (4)</b>	<b>7.137,54</b>	<b>Inceptisols (63,23%), Ultisols (22,94%), Entisols (13,03%), Urbano (0,80%), Oxisols (%).</b>

Como hecho destacado el Ing. Agr. Rafael Mata<sup>3</sup> cita la presencia de suelos del Orden **Oxisol** en la localidad de Guayacán, cantón de Buenos Aires, tal como pudieron verificar, lo cual constituye una verdadera revelación pues por muchos años se debatió en el país sobre su existencia, no habiendo sido reportados. No fue posible sin embargo cuantificar un área específica, lo que amerita trabajar al respecto para ubicar su extensión. Esta realidad sugiere revisar y replantear el manejo de las plantaciones comerciales de caña de azúcar asociadas a los mismos, pues su grado de meteorización y degradación es elevado lo que interviene directamente sobre su potencial productivo agroindustrial, los costos vinculados y la rentabilidad final obtenida.

<sup>3/</sup> Comunicación Personal. Rafael A. Mata Chinchilla. Ingeniero Agrónomo, MSc. 9 de Mayo del 2017.



**Figura 6. Paisaje productivo de caña de Azúcar en Puntarenas.**

### **San José**

La producción de caña en esta provincia, como se anota en el Cuadro 14, está restringida a dos cantones como son Pérez Zeledón y Turruabares con una clara y evidente polarización hacia el primero al representar el 99,85% del área sembrada con caña de azúcar. Los Ordenes de suelo dominantes se limitan a tres: Ultisoles (2.954,85 ha = 94,91%), Entisoles (96,88 ha = 3,11%) e Inceptisoles (61,59 ha = 1,98%). Como se concluye la actividad cañera está sustentada en suelos del Orden Ultisol con una representatividad del 94,91%.

**Cuadro 14.**

**Aproximación taxonómica según Orden de suelo (3) para los cantones (2) productores de caña destinada a la fabricación de azúcar en la provincia de SAN JOSÉ, Costa Rica.**

N°	Cantón	Área sembrada (ha)	Categorías taxonómicas asociadas
			Ordenes (3)
1	Pérez Zeledón	3.108,81	Ultisols (95,05%), Entisols/Inceptisols (4,95%), Oxisoles (%).
2	Turruabares	4,50	Entisols (100%).
	<b>Total (2)</b>	<b>3.113,31</b>	<b>Ultisols (94,91%), Entisols/Inceptisols (4,95%), Entisols (0,14%).</b>

Es interesante al igual que se comentó para el caso de la provincia de Puntarenas, tener presente la existencia de suelos del Orden **Oxisol** en esta región, como fuera oportunamente verificado y comprobado por el Ing. Agr. Rafael Mata<sup>4</sup> en la localidad cañera de La Ceniza, lo cual aunado a los degradados suelos Ultisoles justifica incorporar con carácter prioritario un tratamiento particular muy especial en todos los sentidos a las plantaciones comerciales de caña del lugar.



**Figura 7. Paisaje productivo de caña de Azúcar en Pérez Zeledón.**

### **Heredia**

El área cañera asociada con esta provincia como indica el Cuadro 15 es muy pequeña reportándose apenas 18,85 ha sembradas todas (100%) en un suelo de Santa Bárbara perteneciente al Orden Andisol por su origen volcánico.

### **Limón**

Acontece igual que el caso anterior pues solo se cita la existencia de 2,00 ha de caña ubicadas 100% en un suelo del Orden Inceptisol del cantón de Siquirres.

---

<sup>4/</sup> Comunicación Personal. Rafael A. Mata Chinchilla. Ingeniero Agrónomo, MSc. 9 de Mayo del 2017.

Cuadro 15.

Aproximación taxonómica según Orden de suelo (2) para los cantones (2) productores de caña destinada a la fabricación de azúcar en la provincia de HEREDIA, LIMÓN, Costa Rica.

N°	Cantón	Área sembrada (ha)	Categorías taxonómicas asociadas
			Ordenes (2)
1	Santa Bárbara	18,85	Andisols (100%).
2	Siquirres	2,00	Inceptisols (100%).
Total (2)		20,85	Andisols (90,41%), Inceptisols (9,59%).

### Orden de suelos más frecuentes según cantón

Con el objeto de conocer y exponer de forma integral la condición de cada uno de los 32 cantones que producen caña para fabricar azúcar en cuanto a los Ordenes de suelo presentes, se adjuntan los Cuadros 16 y 17, mostrando que son Alajuela, Abangares, Cañas, Carrillo y Santa Cruz los que más diversidad tienen al contar c/u con cinco Ordenes diferentes (obviando los suelos Urbanos).

De igual manera son los Ordenes Inceptisol, Ultisol, Entisol y Andisol los que más cantones cubren al estar presentes en 22, 21, 17 y 13 cantones, respectivamente, como demostración de su dispersión y alta representatividad en todo el territorio nacional.

Un detalle geográfico por localidad ubica al cantón de Cañas con la mayor área de suelos perteneciente al Orden **Alfisol** (66,76 ha = 59,12%) y también **Mollisol** (2.688,46 ha = 31,20%); Bagaces por su parte fue la más importante en **Vertisoles** (4.006,59 ha = 34,46%); Carrillo en **Inceptisoles** (4.846,96 ha = 19,65%); Liberia dominó en el caso de los **Entisoles** (1.634,41 ha = 34,98%). Asimismo, es el cantón de Jiménez el que más área de **Andisoles** reportó con 1.478,10 ha (32,45%) sembradas con caña; Los Chiles en la Zona Norte fue superior en el caso de los **Histosoles** (27,22 ha = 100%) y Pérez Zeledón en la Zona Sur ocupó un primer lugar con suelos del Orden **Ultisol** (2.954,85 ha = 25,42%). Estos resultados demuestran la heterogeneidad, variabilidad y propagación de los suelos sembrados con caña de azúcar en Costa Rica.

**Cuadro 16.**  
**Ordenes taxonómicos de suelo según cantón y provincia productora de caña de azúcar.**

Órdenes suelo	ALFISOL	ANDISOL	ENTISOL	HISTOSOL	INCEPTISOL	MOLLISOL	ULTISOL	URBANO	VERTISOL	Total General
<b>ALAJUELA</b>	<b>0,00</b>	<b>1.878,01</b>	<b>719,16</b>	<b>27,22</b>	<b>5.336,84</b>	<b>0,00</b>	<b>5.817,11</b>	<b>98,60</b>	<b>153,20</b>	<b>14.030,14</b>
Alajuela		159,57	2,82		93,46		0,04	23,76	153,20	432,85
Atenas			68,01				131,25	48,95		248,21
Grecia		735,19	106,30		929,90		724,33	24,52		2.520,24
Los Chiles			40,83	27,22	48,24		2.054,30			2.170,59
Naranjo		50,67	7,39				0,65			58,71
Orotina							1,80			1,80
Palmares					16,00		24,00			40,00
Poás		248,79	2,58		2,92		1,22			255,51
San Carlos		221,44	491,23		4.244,94		2.504,77			7.462,38
San Mateo							74,23			74,23
San Ramón		254,63			1,38		300,52	1,37		557,90
Valverde Vega		207,72								207,72
<b>CARTAGO</b>	<b>0,00</b>	<b>2.657,61</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.537,46</b>	<b>0,00</b>	<b>753,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>4.948,13</b>
Alvarado		75,70								75,70
Cartago		30,10			12,90					43,00
Jiménez		1.478,10			403,11		449,02			2.330,23
Paraíso		94,87					43,60	0,01		138,48
Turrialba		978,84			1.121,45		260,43			2.360,72
<b>GUANACASTE</b>	<b>112,93</b>	<b>0,00</b>	<b>2.925,94</b>	<b>0,00</b>	<b>13.213,46</b>	<b>8.616,24</b>	<b>463,11</b>	<b>0,00</b>	<b>11.474,39</b>	<b>36.806,07</b>
Abangares			0,01		299,35	449,02	92,94		28,05	869,37
Bagaces			575,74		1.202,36	1.066,62			4.006,59	6.851,31
Cañas	66,76				1.907,12	2.688,46	370,17		1.620,03	6.652,54
Carrillo	39,05		598,59		4.846,96	2.510,10			2.103,69	10.098,39
Liberia			1.634,41		4.458,71	1.546,02			2.603,85	10.242,99
Nicoya			58,17		42,07				461,99	562,23
Santa Cruz	7,12		59,02		456,89	356,02			650,19	1.529,24
<b>HEREDIA</b>	<b>0,00</b>	<b>18,85</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>18,85</b>
Santa Bárbara		18,85								18,85
<b>PUNTARENAS</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>930,04</b>	<b>0,00</b>	<b>4.513,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.637,21</b>	<b>57,31</b>	<b>0,00</b>	<b>7.137,56</b>
Buenos Aires			33,79		23,04		1.346,20			1.403,03
Esparza							70,08			70,08
Montes de Oro					210,92		63,93			274,85
Puntarenas			896,25		4.279,04		157,00	57,31		5.389,60
<b>SAN JOSÉ</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>96,88</b>	<b>0,00</b>	<b>61,59</b>	<b>0,00</b>	<b>2.954,85</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>3.113,32</b>
Pérez Zeledón			92,38		61,59		2.954,85			3.108,82
Turrubares			4,50							4,50
<b>LIMÓN</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,00</b>
Siquirres					2,00					2,00
<b>Total General</b>	<b>112,93</b>	<b>4.554,47</b>	<b>4.672,02</b>	<b>27,22</b>	<b>24.664,35</b>	<b>8.616,24</b>	<b>11.625,33</b>	<b>155,92</b>	<b>11.627,59</b>	<b>66.056,07</b>
<b>N° Ordenes</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

**Cuadro 17.**  
**Presencia de los Ordenes (10) de suelo según CANTÓN VINCULADO Y FRECUENCIA.**

N°	Cantón	Provincia	Categorías taxonómicas asociadas (10)										Total
			Alfisol	Andisol	Entisol	Histosol	Inceptisol	Mollisol	Ultisol	Vertisol	Oxisol	Urbano	
1	Abangares	Guanacaste			X		X	X	X	X			5
2	Alajuela	Alajuela		X	X		X		X	X		X	6
3	Alvarado	Cartago		X									1
4	Atenas	Alajuela			X				X			X	3
5	Bagaces	Guanacaste			X		X	X		X			4
6	Buenos Aires	Puntarenas			X		X		X		X		4
7	Cañas	Guanacaste	X				X	X	X	X			5
8	Carrillo	Guanacaste	X		X		X	X		X			5
9	Cartago	Cartago		X			X						2
10	España	Puntarenas							X				1
11	Grecia	Alajuela		X	X		X		X			X	5
12	Jiménez	Cartago		X			X		X				3
13	Liberia	Guanacaste			X		X	X		X			4
14	Los Chiles	Alajuela			X	X	X		X				4
15	Montes Oro	Puntarenas					X		X				2
16	Naranjo	Alajuela		X	X				X				3
17	Nicoya	Guanacaste			X		X			X			3
18	Orotina	Alajuela							X				1
19	Palmares	Alajuela					X		X				2
20	Paraíso	Cartago		X					X			X	3
21	Pérez Zeledón	San José			X		X		X		X		4
22	Poás	Alajuela		X	X		X		X				4
23	Puntarenas	Puntarenas			X		X		X			X	4
24	San Carlos	Alajuela		X	X		X		X				4
25	San Mateo	Alajuela							X				1
26	San Ramón	Alajuela		X			X		X			X	4
27	Santa Bárbara	Heredia		X									1
28	Santa Cruz	Guanacaste	X		X		X	X		X			5
29	Siquirres	Limón					X						1
30	Turrialba	Cartago		X			X		X				3
31	Turrubares	San José			X								1
32	Valverde vega	Alajuela		X									1
Total (32)	Frecuencia*		3	13	17	1	22	6	21	8	2	6	99
	Porcentaje		3,03	13,13	17,17	1,01	22,22	6,06	21,22	8,08	2,02	6,06	100

### Área sembrada con caña de azúcar según Orden de suelo y provincia

En el Cuadro 18 se resume toda la información relativa al área sembrada con caña de azúcar en el país según provincia y Orden taxonómico de suelos, lo que proporciona una interesante perspectiva geográfica sobre cómo y en que magnitud se distribuyen las mismas.

De los nueve Órdenes identificados por el estudio de la IICA-UCR-CIA (2016) y ratificados por LAICA, pueden inferirse los siguientes resultados:

- 1) Los Inceptisoles son los suelos que mayor presencia tienen en sector cañero nacional con un área sembrada de 24.664,32 ha correspondiente al 37,43% del total; seguidos por los Vertisoles con 11.627,59 ha (17,64%) y los Ultisoles con 11.625,34 ha (17,64%). Entre esos tres Ordenes se integran el 72,71% de todos los suelos correspondiente a 47.917,25 ha.
- 2) Por el contrario son los Histosoles y los Alfisoles los que menos área reportan con apenas 27,22 ha y 112,94 ha equivalente al 0,04 y 0,17%, respectivamente.
- 3) Importante destacar la existencia de Oxisoles sembrados con caña de azúcar, como fuera encontrado en las localidades de La Ceniza de Pérez Zeledón (San José) y Guayacán de Buenos Aires (Puntarenas); sus áreas no pudieron ser sin embargo cuantificadas.
- 4) Hay Órdenes de suelo que aunque existentes en el país no se reportan en el caso del área cañera, como acontece con los Espodosoles. Es sabido adicionalmente que en Costa Rica no se tienen por ubicación geográfica y condiciones de clima suelos de los Órdenes Aridisol y Gelisol.
- 5) La mayor área de Inceptisoles (13.213,44 ha), Vertisoles (11.474,39 ha), Mollisoles (8.616,24 ha), Entisoles (2.925,95 ha) y Alfisoles (112,94 ha) cultivados con caña se ubica en la provincia de Guanacaste, representando el 3,57%, 98,68%, 100%, 62,63% y 100%, respectivamente, del total nacional.
- 6) Fue en la provincia de Alajuela donde se identificó el mayor área sembrada con caña perteneciente a los Órdenes Ultisol (5.817,12 ha) e Histosol (27,22 ha), para una representatividad del 50,04% y 100%, respectivamente. La mayor extensión de Andisoles se ubicaron en la provincia de Cartago con un área de 2.657,61 ha correspondiente al 58,35% de todo el país para ese Orden específico.
- 7) Al valorar la diversidad y heterogeneidad edáfica por el número de Órdenes sembrados con caña, se concluye que son las provincias de Alajuela y Guanacaste las que más variabilidad observan al reportar cada una seis Órdenes. Esto es muy expresivo para Alajuela, pues teniendo apenas el

37,85% (13.931,54 ha) del área guanacasteca (36.806,07 ha), mantiene su caña en el mismo número de Órdenes de suelo, ratificando con ello las diferencias de su entorno productivo desde esta perspectiva.

- 8) Es asimismo notoria la relativa homogeneidad edáfica en los casos de las provincias de Puntarenas (7.137,56 ha), Cartago (4.948,13 ha) y San José (3.113,32 ha) al reportar solo tres Órdenes de suelo cultivados con caña pese a su amplia extensión.
- 9) Una asociación y vinculación con los indicadores de producción y productividad agroindustrial más representativos, podría eventualmente encontrar correlación con la condición edáfica visualizada desde la perspectiva del potencial y el manejo de las plantaciones comerciales.

**Cuadro 18.**

**Detalle del área (hectáreas) ocupada por la caña de azúcar cultivada en Costa Rica según Orden de suelo.**

Orden de Suelo (9)	Provincia							Total	
	Alajuela	Cartago	Guanacaste	Heredia	Puntarenas	San José	Limón	ha	%
Alfisol			112,94					112,94	0,17
Andisol	1.878,01	2.657,61		18,85				4.554,47	6,90
Entisol	719,16		2.925,95		930,04	96,88		4.672,03	7,07
Histosol	27,22							27,22	0,04
Inceptisol	5.336,83	1.537,46	13.213,44		4.513,0	61,59	2,00	24.664,32	37,34
Mollisol			8.616,24					8.616,24	13,04
Oxisol					??	??		??	??
Ultisol	5.817,12	753,05	463,11		1.637,21	2.954,85		11.625,34	17,60
Vertisol	153,20		11.474,39					11.627,59	17,60
Urbano	98,60	0,01			57,31			155,92	0,24
<b>Total *</b>	14.030,14	4.948,13	36.806,07	18,85	7.137,56	3.113,32	2,00	66.056,07	
%	21,24	7,49	55,72	0,03	10,81	4,71	0,003		100
<b>Total **</b>	13.931,54	4.948,12	36.806,07	18,85	7.080,25	3.113,32	2,00	65.900,15	
%	21,15	7,51	55,85	0,03	10,74	4,72	0,003		100
<b>N° Orden</b>	6	3	6	1	4	4	1	9	

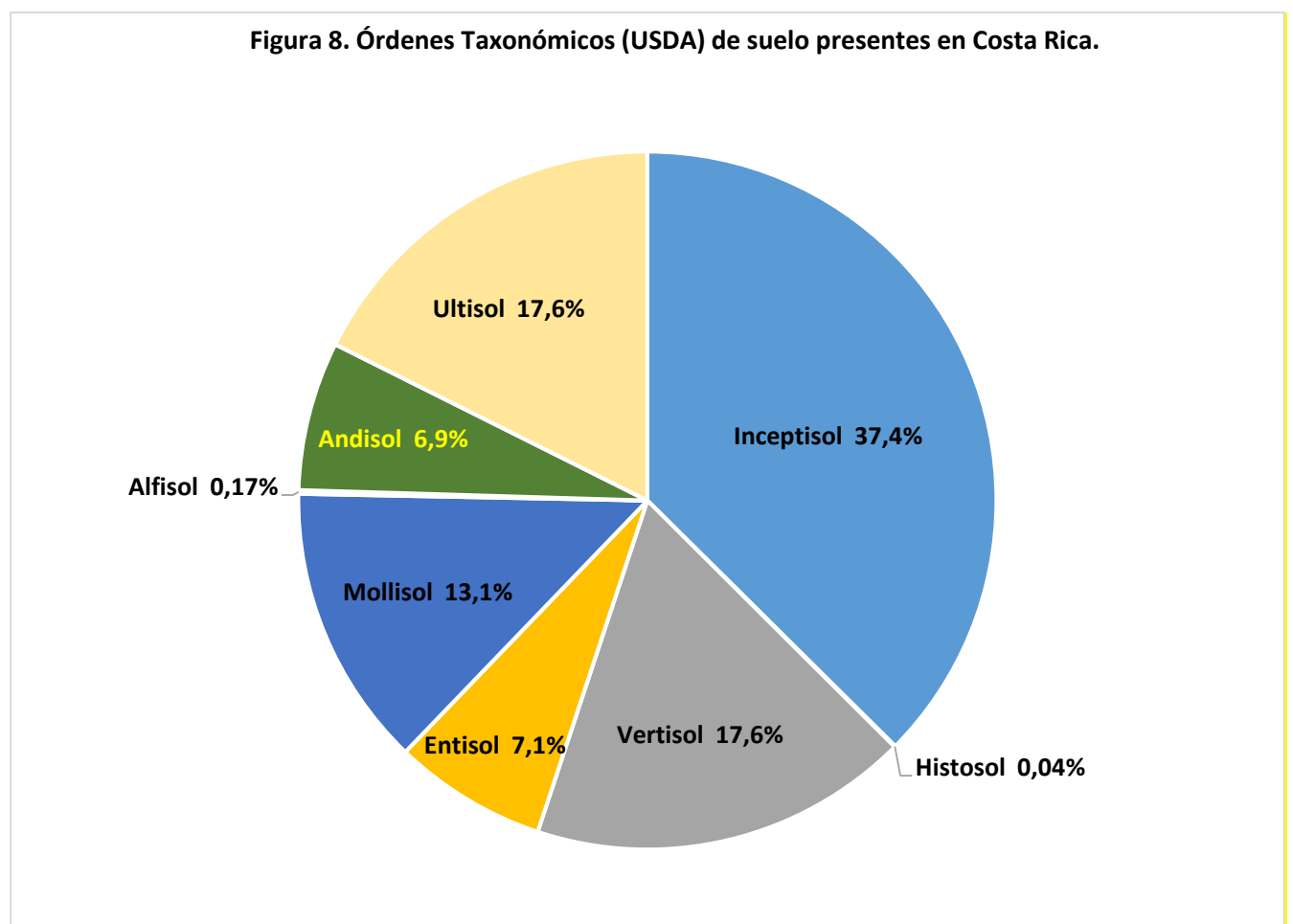
**Urbano:** suelos sin uso agrícola, no están cultivados, corresponden a zonas urbanas con infraestructura civil.

**Nota:** los suelos del Orden OXISOL no pudieron ser cuantificados aunque se constató su existencia en el campo.

\* Incluye los suelos Urbanos    \*\* No incluye los suelos Urbanos

En la Figura 8 se expone y visualiza la distribución porcentual y proporcional virtud del área sembrada con caña, de los ocho Ordenes de suelo efectivamente cuantificados por el estudio, obviando el área de suelos Urbanos por no estar cultivados y carecer por tanto de interés; tampoco se anotan los suelos Oxisoles por no disponer la extensión de su área sembrada.

Las proporciones porcentuales ratifican el hecho de que valorado bajo criterio geográfico, son cuatro los Ordenes que dominan los suelos cultivados con caña de azúcar en el país, propiamente los Inceptisoles (37,43%), Vertisoles (17,64%), Ultisoles (17,64%) y Mollisoles (13,08%), para una significativa representación conjunta del 85,79%.



## Relación edafo taxonómica y productiva a nivel provincial

En el Cuadro 19 se establece una interesante relación y asociación de factores valorada y expresada a nivel provincial, en donde se vinculan el número de cantones productores de caña, el total acumulado de azúcar fabricado (bultos) durante el periodo de siete zafas transcurrido entre los años 2010-2016 y los Ordenes de suelo identificados en el lugar, descritos en cantidad y clase taxonómica.

Como se infiere de la información generada es notorio que hay una relación estrecha y casi directa entre variables, donde la mayor producción acumulada de azúcar se asocia a una mayor área cultivada y más diversidad en los Ordenes de suelo sembrados con caña; en el caso del número de cantones la correlación no es tan clara.

**Cuadro 19.**  
Caracterización productiva y edáfica resumida de la agroindustria azucarera según provincia.

Provincia	Cantones		Total *		Área Sembrada (ha)	N° Ordenes Suelo	Ordenes Dominantes
	N°	%	Azúcar Fabricada (Bultos)	%			
Alajuela	11	35,48	11.829.497	19,64	14.030,14	6	Ultisols (32,48%), Inceptisols (32,05%), Ultisols/Inceptisols (14,97%), Andisols (13,39%), Entisols (4,83%), Vertisols (1,09%), Entisols/Histosols (0,49%), Urbano (0,70%).
Guanacaste	7	22,58	34.470.774	57,22	36.806,07	6	Mollisol/Inceptisols (37,58%), Vertisols (31,18%), Inceptisols (19,06%), Entisols (5,24%), Mollisol/Inceptisols (4,51%), Ultisols (1,26%), Mollisols (0,71%), Mollisols/Alfisols (0,25%), Alfisols (0,20%), Alfisols/Inceptisols (0,01%).
Cartago	5	16,13	3.944.565	6,55	4.948,13	3	Andisols (53,71%), Inceptisols (31,07%), Ultisols (15,22%).
Puntarenas	4	12,90	6.486.413	10,77	7.137,56	4	Inceptisols (63,23%), Ultisols (22,94%), Entisols (13,03%), Urbano (0,80%), Oxisols (??).
San José	2	6,45	3.503.053	5,82	3.113,32	4	Ultisols (94,91%), Entisols/Inceptisols (4,95%), Entisols (0,14%), Oxisols (??).
Heredia	1	3,23	3.161	0,005	18,85	1	Andisols (100%).
Limón	1	3,23	211	0,0004	2,00	1	Inceptisols (100%).
<b>Total Nacional</b>	<b>31</b>		<b>60.237.675</b>		<b>66.056,07</b>	<b>9</b>	<b>Inceptisol (26,59%), Mollisol/Inceptisol (20,94%), Vertisol (17,60%), Ultisol (15,69%), Andisol (6,89%), Entisol (5,36%), Ultisol/Inceptisol (3,18%), Entisol/Inceptisol (2,75%), Mollisol (0,40%), Urbano (0,24%), Mollisol/Alfisol (0,14%), Alfisol (0,11%), Entisol/Histosol (0,10%), Alfisol/Inceptisol (0,01%), Oxisols (??).</b>
<b>Porcentaje</b>		<b>100</b>		<b>100</b>			

**Nota:** Considera los suelos Urbanos.

\* Total acumulado de azúcar (Bultos de 50 kg) fabricado durante el periodo 2010-2016 (7 zafas).  
Para convertir de bultos a toneladas métricas deben dividirse estos entre 20.

## Organización según región productora de caña

Como se comentó en un principio, la agroindustria azucarera utiliza como criterio de organización institucional en todas sus actividades operativas lo que establece su legislación, como lo consignan y señalan su Ley Orgánica N° 7818 y su correspondiente Reglamento (LAICA 1998, 2000).

Es por esta razón válido y necesario ajustar y expresar la información recabada en el presente estudio en atención a esa organización, y no apenas a un concepto geográfico de provincia y cantón como se mostró anteriormente. Por tal motivo, seguidamente se muestra en el Cuadro 20 la distribución de los Órdenes de suelo según Región Productora de caña de azúcar, integrando los suelos asociados.

**Cuadro 20.**  
**Órdenes de suelos dominantes en Costa Rica según REGIÓN PRODUCTORA.**

Orden de suelo	Guanacaste	Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte	Zona Sur	Turrialba Juan Viñas	Zona Atlántica	Total (ha)	%
Alfisol	72,22							72,22	0,11
Alfisol/Inceptisol	5,41							5,41	0,01
Andisol			1.675,43	221,44		2.657,61		4.554,47	6,89
Entisol	1.929,30	896,26	191,60	491,23	33,79			3.542,18	5,36
Entisol/Histosol				68,05				68,05	0,10
Entisol/Inceptisol	1.661,05				153,97			1.815,03	2,75
Inceptisol	7.014,60	4.489,95	720,09	3.776,50	23,04	1.537,46	2,00	17.563,65	26,59
Mollisol	261,64							261,64	0,40
Mollisol/Alfisol	93,67							93,67	0,14
Mollisol/Inceptisol	13.830,66							13.830,66	20,94
Ultisol	463,11	367,04	698,73	3.782,00	4.301,04	753,05		10.364,98	15,69
Ultisol/Inceptisol			805,48	1.295,12				2.100,60	3,18
Vertisol	11.474,39		153,20					11.627,59	17,60
Urbano		57,31	98,60			0,01		155,92	0,24
<b>Total ha</b>	<b>36.806,07</b>	<b>5.810,57</b>	<b>4.343,13</b>	<b>9.634,35</b>	<b>4.511,83</b>	<b>4.948,13</b>	<b>2,00</b>	<b>66.056,07</b>	
<b>%</b>	<b>55,72</b>	<b>8,80</b>	<b>6,57</b>	<b>14,59</b>	<b>6,83</b>	<b>7,49</b>	<b>0,003</b>		<b>100</b>

**Nota:** Considera las Asociaciones de Suelos que se muestran de manera independiente.

En el Cuadro 21 se reorganiza la información anterior aplicando e incorporando la calificada recomendación y sugerencia del Ing. Agr. Rafael A. Mata<sup>5</sup>, en el sentido de redistribuir y reasignar los Órdenes asociados expresados en forma de asociaciones de suelos en una proporción 60/40.

Como se infiere el resultado en área (ha) cultivada es el siguiente: Guanacaste (36.806,07 ha = 55,72%), Zona Norte (9.634,35 ha = 14,59%), Pacífico Central (5.810,57 ha = 8,80%), Turrialba-Juan Viñas (4.948,13 ha = 7,49%), Zona Sur (4.511,83 ha = 6,83%), Valle Central (4.343,13 ha = 6,57%) y Zona Atlántica (2,00 ha = 0,003%). Como es notorio el 70,31% correspondiente a 46.440,42 ha de los suelos sembrados con caña destinada a la fabricación de azúcar están en las regiones de Guanacaste y Zona Norte.

**Cuadro 21.**  
**Ordenes de suelos dominantes en Costa Rica según REGIÓN PRODUCTORA.**

Orden de suelo	Guanacaste	Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte	Zona Sur	Turrialba Juan Viñas	Zona Atlántica	Total (ha)	%
Alfisol	112,94							112,94	0,17
Andisol			1.675,43	221,44		2.657,61		4.554,48	6,90
Entisol	2.925,93	896,26	191,60	532,06	126,17			4.672,03	7,07
Histosol				27,22				27,22	0,04
Inceptisol	13.213,44	4.489,95	1.042,28	4.294,55	84,63	1.537,46	2,00	24.664,31	37,34
Mollisol	8.616,24							8.616,24	13,04
Oxisol					??			??	??
Ultisol	463,11	367,04	1.182,02	4.559,07	4.301,04	753,05		11.625,33	17,60
Vertisol	11.474,39		153,20					11.627,59	17,60
Urbano		57,31	98,60			0,01		155,92	0,24
<b>Total ha</b>	<b>36.806,07</b>	<b>5.810,57</b>	<b>4.343,13</b>	<b>9.634,35</b>	<b>4.511,83</b>	<b>4.948,13</b>	<b>2,00</b>	<b>66.056,07</b>	
<b>%</b>	<b>55,72</b>	<b>8,80</b>	<b>6,57</b>	<b>14,59</b>	<b>6,83</b>	<b>7,49</b>	<b>0,003</b>		<b>100</b>
<b>N° Ordenes</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>	

**Nota: NO considera las Asociaciones de Suelos las cuales se distribuyen en una relación 60/40.**

<sup>5/</sup> Comunicación Personal. Rafael A. Mata Chinchilla. Ingeniero Agrónomo, MSc. 9 de Mayo del 2017.

Destaca el hecho que en materia de clases de suelo es la zona productora de Guanacaste la que mayor área sembrada con caña de azúcar reporta, para los Ordenes Inceptisol (13.213,44 ha) con una importante representatividad nacional del 53,57%, Vertisoles (11.474,39 ha) un 98,68%, Mollisoles (8.616,24 ha) con un determinante 100%, Entisoles (2.925,93 ha) un 62,63% y un concluyente 100% en el caso de los Alfisoles, dejando con ello marcada su relevancia productiva y su variabilidad edáfica.

Complementariamente fue en la región de Turrialba-Juan Viñas donde más Andisoles se encontraron con un área de 2.657,61 ha y una participación porcentual del 62,63; mientras que la Zona Norte (San Carlos + Los Chiles) verificó poseer más Ultisoles al reportar 4.559,07 ha (39,22%) y el 100% de los suelos Histosoles, pese a que su área es muy pequeña (27,22 ha). Por su trascendencia es importante reiterar sobre la existencia de suelos del Orden Oxisol en localidades cañeras de la Zona Sur (La Ceniza y Guayacán), como lo señalara en comunicación personal el Ing. Agr. Rafael A. Mata Chinchilla, profesional del CIA-UCR autor del estudio de suelos (IICA-UCR-CIA 2016).

## **Conclusiones**

A partir de lo expuesto y analizado pueden concluirse los siguientes asuntos:

- 1) Los Órdenes de suelo reportados como pertenecientes a las áreas comerciales de cultivo de la caña de azúcar, corresponden a un estimado basado en aproximaciones generales que deben necesaria y prudentemente ser ajustadas mediante estudios específicos para poder contar con un mayor detalle y una mejor precisión.
- 2) Con base en el criterio anterior, debe tenerse muy presente que la información expuesta corresponde a aproximaciones muy generales establecidas a nivel de Orden de suelo, lo que interviene sobre las proyecciones, aproximaciones e interpretaciones que se realicen y que solo pueden aplicar con la precisión deseada en estudios que conlleven una mayor especificidad.

- 3) La información aportada permite a productores, empresarios, técnicos, estudiantes, investigadores y público en general, contar con información tecnológica fundamental para poder planificar con mayor propiedad el desarrollo futuro del sector azucarero, mejorar los rendimientos agroindustriales y conservar el recurso suelo como patrimonio inapelable del agricultor.
- 4) El definir grupos, organizar y ubicar los suelos en clases, permite: a) conocer y calificar sus características y atributos principales y más relevantes, b) predecir su comportamiento, c) identificar su potencial de mejor uso, d) estimar con buen criterio técnico su capacidad productiva y e) establecer clases en las cuales pueden ser integrados y extrapolados resultados de investigación.
- 5) El suelo como recurso esencial para promover e inducir el incremento de la productividad, perderá sistemáticamente capacidad y potencial productivo, si los factores que influyen en su deterioro encuentran sistemas deficientes de manejo de plantaciones que favorezcan su acelerada degradación.
- 6) El estudio identificó nueve Ordenes de suelo presentes en toda el área cañera nacional, siendo los mismos en orden alfabético los siguientes: Alfisol (112,94 ha = 0,17%), Andisol (4.554,48 ha = 6,90%), Entisol (4.672,03 ha = 7,07%), Histosol (27,22 ha = 0,04%), Inceptisol (24.664,31 ha = 37,34%), Mollisol (8.616,24 ha = 13,04%), Oxisol (no se cuantificó), Ultisol (11.625,33 ha = 17,60%) y Vertisol (11.627,59 ha = 17,60%). Adicionalmente se identificó un área de suelos Urbanos no cultivados equivalente a 155,92 ha (0,24%).
- 7) La interpretación de resultados es notoriamente diferente cuando se realiza variando el criterio de juzgamiento, sea este de carácter geográfico y organizado por cantón y provincia, o en su caso por región productora de caña, como aplica para la organización azucarera. En este sentido Guanacaste mantiene consistencia al no variar sus resultados independientemente del método aplicado.

- 8) La mayor heterogeneidad edáfica valorada por el número de Ordenes de suelo presentes como expresión de diversidad, se observó en la región cañera de Guanacaste con seis Ordenes, seguida por el Valle Central y la Zona Norte con cinco, la Zona Sur con cuatro y el Pacífico Central y Turrialba-Juan Viñas con apenas tres c/u. En el Atlántico (Limón) fue solo un Orden el identificado.
- 9) La mayor área sembrada con caña en suelos Mollisoles (100%), Alfisoles (100%), Vertisoles (98,68%), Inceptisoles (53,57%) y Entisoles (62,63%) se ubica en la región de Guanacaste. Los Histosoles (100%) y Ultisoles (39,22%) se encontraron en la Zona Norte; los Andisoles (62,63%) por su parte en Turrialba y los Oxisoles (100%) en la Zona Sur.
- 10) Los 32 cantones productores de caña evaluados ubican a Cañas con el área de suelos perteneciente a los Ordenes Alfisol (66,76 ha = 59,12%) y Mollisol (2.688,46 ha = 31,20%) más extensa del país; seguida por Bagaces en el caso de los Vertisoles (4.006,59 ha = 34,46%); Carrillo con los Inceptisoles (4.846,96 ha = 19,65%); mientras que Liberia dominó en el caso de los suelos del Orden Entisol (1.634,41 ha = 34,98%). De igual manera, fue el cantón de Jiménez el que más área sembrada con caña en Andisoles reportó con 1.478,10 ha (32,45%); Los Chiles en la Zona Norte fue superior en el caso de los Histosoles (27,22 ha = 100%) y Pérez Zeledón en la Zona Sur ocupó un primer lugar con suelos del Orden Ultisol (2.954,85 ha = 25,42%). La dispersión de resultados demuestra y ratifica la heterogeneidad, variabilidad y dispersión taxonómica de los suelos sembrados con caña de azúcar en Costa Rica.
- 11) Una interpretación objetiva de las clases de suelo existentes en las regiones productoras de caña, aporta fundamento técnico para explicar con alguna certeza las bajas productividades agroindustriales verificadas en el campo, sobre todo cuando el manejo de las plantaciones es deficiente.
- 12) El empleo de la información generada por el presente estudio debe ser razonablemente conducida e interpretada con mucha prudencia virtud de ser muy general y sujeta por tanto a posibles sesgos.

## **Recomendaciones**

Virtud de su importancia y trascendencia sectorial e institucional resulta relevante atender y darle seguimiento a los siguientes asuntos:

- 1) Es de gran valor técnico realizar un esfuerzo institucional con el objeto de ampliar y detallar aún más la información taxonómica de suelos, mediante evaluaciones puntuales en áreas productoras de caña estratégicamente definidas.
- 2) Con el fin de complementar y optimizar la información taxonómica del sector cañero-azucarero, se sugiere elevar la precisión de campo a nivel de Sub Orden, con lo cual se ampliaría significativamente la capacidad predictiva en materia de suelos.
- 3) Es de trascendental importancia generar información similar a la aquí expuesta pero proyectada territorialmente a nivel de distrito, con lo cual se lograría una mejor aproximación y una mayor exactitud al momento de establecer inferencias.
- 4) Resulta valioso y muy necesario complementar y contextualizar las regiones productoras de caña con información fisico-química de los suelos, de manera que se favorezca su caracterización con el objeto de formular y sustentar técnicamente programas de fertilización visionarios.
- 5) Con base en la información taxonómica, fisico-química de los suelos y resultados de investigación, es necesario y prudente revisar los programas de fertilización ejecutados actualmente, con el objeto de aplicar los ajustes que sean necesarios y pertinentes.
- 6) Se recomienda asociar y vincular la información disponible sobre variedades de caña sembradas comercialmente, con la de taxonomía y fertilidad de suelos, con el fin de establecer correlaciones que contribuyan a identificar afinidades analógicas que conduzcan a la optimización de factores de la productividad.
- 7) Iguales correspondencias pueden establecerse con otros factores de la producción como son elementos del clima, información sobre relieve y

potencial mecanizable, riego y drenaje, uso de agroquímicos, costos de producción y productividad agroindustrial, entre otros.

### **Literatura citada**

- 1) Alvarado H., A. 1980. **El origen de los suelos**. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 74 p.
- 2) Bertsch Hernández, F. 1998. **La fertilidad de los suelos y su manejo**. 1<sup>a</sup> ed. – San José, C.R.: ACCS. 157 p.
- 3) Besoain, E. 1985. **Mineralogía de arcillas de suelos**. San José, Costa Rica : IICA. 1216 p.
- 4) Chaves Solera, M. 1999. **El Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la caña de azúcar**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 130 p.
- 5) Chaves Solera, M. 2012. **Relaciones catiónicas y su importancia para la agricultura**. Revista Especializada Ventana Lechera, Dos Pinos. Fertilización: Práctica para mejorar la calidad y producción de forraje. San José, Costa Rica. Edición N° 18, Año 6, febrero 2012. p: 10-20.
- 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) Chaves Solera, M. 2013. **Productividad agroindustrial: desafío permanente del sector cañero azucarero costarricense**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. Presentación Electrónica en Power Point. 184 Láminas.

- 8) Chaves Solera, M. 2014. **Competitividad azucarera: un concepto necesario materializar.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. Presentación Electrónica en Power Point. 94 Láminas.
- 9) Chaves Solera, M.A. 2016. **Competitividad: imperativo insoslayable para que el agro continúe vigente y crezca.** Revista Germinar, Órgano Informativo Oficial del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Año 6, Edición N° 19, mayo. p: 6-7.
- 10) 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.
- 11) Chaves Solera, M.A. 2017a. **Productividad agropecuaria: ruta correcta hacia la competitividad.** Revista Germinar, Órgano Informativo Oficial del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Año 7, Edición N° 20, febrero. p: 4-5.
- 12) Chaves Solera, M.A. 2017b. **La Caña de Azúcar en el Censo Nacional Agropecuario Costarricense Año 2014: presentación de resultados.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 41 p.
- 13) Chaves Solera, M.A. 2017c. **¿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:.
- 14) Curi, N.; Larach, J.O.I.; Kämpf, N.; Moniz, A.C.; Fontes, L.E.F. 1993. **Vocabulário de ciência do solo.** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 90 p.
- 15) EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária); Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Brasil. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos** (en línea). 2 ed. Brasília, Brasil. Consultado 1 dic.2015. Disponible en:  
<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dossolos2006>. pdf.

- 16) Enríquez Henríquez, C.; Cabalceta Aguilar, G. 1999. **Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola**. 1ª ed – San José, C.R.: ACCS. 112 p.
- 17) Fageria, N.K. 1989. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília : EMBRAPA-DPU. 425 P.
- 18) FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2015. **Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables** (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/soils-2015/resources/fact-sheets/es/#c327325>.
- 19) Fassbender H.W.; Bornemisza, E. 1994. **Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina**. 2ª ed. Rev. San José, CR. : IICA. 420 p.
- 20) 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.
- 21) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1990. **Claves para la taxonomía de suelos**. Traducción de Keys Soil Taxonomy por Carlos A. Ortiz-Solorio. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Morelos, México. 576 p.
- 22) IUSS (Unión Internacional de Ciencias del Suelo, Austria); ISRIC (Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos, Holanda); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia); IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. **Base referencial mundial del recurso suelo: un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional** (en línea). Roma, Italia, FAO. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos n.o 103. Consultado 10 oct. 2015. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/011/a0510s/a0510s00.htm>.
- 23) LAICA. 1998. **Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 22 de setiembre de 1998**. San José, Costa Rica. 117 p.

- 24) LAICA. 2000. **Decreto N° 28665 – MAG Reglamento Ejecutivo de la Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 2 de setiembre de 1998**. San José, Costa Rica 140 p.
- 25) Prado, H. do. 2000. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. Piracicaba, São Paulo, Brasil. 182 p.
- 26) 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/>***
- 27) 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)***
- 28) 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.
- 29) 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 10 oct. 2015. Disponible en: ***[http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051546.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf)***