

Taxonomía de suelos Consideraciones para la zona cafetera de Colombia



Luz Adriana Lince Salazar
Siavosh Sadeghian Khalajabadi

Taxonomía de suelos

Consideraciones para la zona cafetera de Colombia

Luz Adriana Lince Salazar*
Siavosh Sadeghian Khalajabadi**

*Investigador Científico I. <https://orcid.org/0000-0003-4263-5357>,

**Investigador Científico III. <https://orcid.org/0000-0003-1266-0885>, Disciplina de Suelos
Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.



COMITÉ NACIONAL

Ministro de Hacienda y Crédito Público

José Manuel Restrepo Abondano

Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Rodolfo Enrique Zea Navarro

Ministro de Comercio, Industria y Turismo

María Ximena Lombana Villalba

Director del Departamento Nacional de Planeación

Luis Alberto Rodríguez Ospino

Representante del Gobierno en Asuntos Cafeteros

Marcela Uruña Gómez

Período 1° enero/2019 - diciembre 31/2022

José Eliecer Sierra (Antioquia)

José Alirio Barreto (Boyacá)

Eugenio Vélez Uribe (Caldas)

Danilo Reinando Vivas (Cauca)

Juan Camilo Villazón (Cesar-Guajira)

Javier Bohórquez Bohórquez (Cundinamarca)

Ruber Bustos Ramírez (Huila)

Javier Mauricio Tovar (Magdalena)

Jesús Armando Benavides (Nariño)

Armando Amaya Álvarez (Norte de Santander)

Carlos Alberto Cardona (Quindío)

Luis Miguel Ramírez (Risaralda)

Héctor Santos Galvis (Santander)

Olivo Rodríguez Díaz (Tolima)

Camilo Restrepo Osorio (Valle)

GERENTE GENERAL

Roberto Vélez Vallejo

GERENTE ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO

Juan Camilo Becerra Botero

GERENTE COMERCIAL

Juan Camilo Ramos Mejía

GERENTE TÉCNICO

Hernando Duque Orrego

DIRECTOR INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Álvaro León Gaitán Bustamante

ISSN

0120-047X

ISSN

2711-4732 (En línea)

DOI

10.38141/10782/045





Créditos

Edición de textos

Sandra Milena Marín L.

Diseño y diagramación

Óscar Jaime Loaiza E.

Fotografías

Archivo Cenicafé

Impreso por

2021

ISSN

0120-047 X

ISSN

2711-4732 (En línea)

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

El uso de nombres comerciales en esta publicación tiene como propósito facilitar su identificación y en ningún momento su promoción.

Tel. (6) 8500707
A.A.2427 Manizales
Manizales, Caldas, Colombia

www.cenicafe.org

Comité Editorial Cenicafé

Pablo Benavides M.
Ph.D. Ing. Agrónomo. Entomología, Cenicafé

Luis Fernando Salazar G.
Ph.D. Ing. Agrónomo. Suelos, Cenicafé

Carmenza Esther Góngora B.
Ph.D. Microbióloga. Entomología, Cenicafé

José Ricardo Acuña Z.
Ph.D. Biólogo. Fisiología Vegetal, Cenicafé

Diana María Molina Vinasco
Ph.D. Bacterióloga. Mejoramiento Genético, Cenicafé

Secretaría Técnica Comité Editorial, revisión de textos y corrección de estilo

Sandra Milena Marín L.
Ing. Agrónomo, Esp., M.Sc. Divulgación y Transferencia, Cenicafé

Citación APA 7ed:

Lince-Salazar, L. A., & Sadeghian, S. (2021). Taxonomía de suelos consideraciones para la zona cafetera de Colombia. *Boletín Técnico Cenicafé*, 45, 1–31. <https://doi.org/10.38141/10782/045>



Tabla de **CONTENIDO**

1.	Introducción	6
2.	Clasificación taxonómica de suelos	6
3.	Levantamiento cartográfico de los suelos de la zona con potencial cafetero en Colombia	8
4.	Tipología de los suelos de la zona cafetera colombiana	10
5.	Unidades cartográficas de suelos	16
6.	Aplicación de la taxonomía de suelos y la cartografía edáfica de la FNC a la caficultura	24
	Literatura citada	30

1. Introducción

La clasificación taxonómica de suelos indica las características edáficas más relevantes para la producción de cultivos y permite definir el uso adecuado mediante la identificación de limitantes y bondades según los requerimientos de cada cultivo.

En Colombia, la entidad gubernamental encargada de realizar los estudios de suelos es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); adicionalmente, algunos gremios desarrollan estudios particulares según los intereses específicos. Tal es el caso de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) que de forma visionaria, en las décadas de 1970 a 1990 (FNC, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1978, 1979, 1981, 1982, 1985, 1986, 1988, 1990, 1992), realizó el levantamiento de suelos de gran parte de la región con potencial cafetero en Colombia, para brindar herramientas que ayuden a tener sistemas productivos más eficientes, competitivos y sostenibles.

Entre los años 2000 y 2008 el IGAC actualizó los estudios regionales de suelos, información que complementa

el levantamiento cartográfico de la FNC, para los departamentos de La Guajira, Boyacá, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Nariño, Santander, Norte de Santander y Tolima, donde los trabajos de la FNC solo cuentan con unidades definidas por material parental.

El presente Boletín Técnico tiene como propósito dar a conocer cómo se interpreta la clasificación taxonómica de suelos para la cartografía realizada por la FNC, además de difundir la información generada por el IGAC para los sitios cafeteros con caracterización de suelos poco detallada, con el fin de que dicha información se utilice para el potencial productivo de los suelos de cada región y prever estrategias de manejo y conservación.

2. Clasificación taxonómica de suelos

La clasificación taxonómica de suelos es una agrupación jerárquica basada en varias propiedades y parámetros, la cual permite definir espacios de la superficie terrestre con características similares. Cuando las clasificaciones se realizan con un fin específico, aplicado y práctico, el agrupamiento tiene un carácter técnico, pero cuando no responden a un objetivo aplicado sino a relaciones entre las propiedades, el carácter de este es natural o científico (Cline, 1949).

El principal propósito para realizar la clasificación de los suelos es establecer grupos o subdivisiones (clases) con fines de predecir su comportamiento, identificar sus mejores usos, estimar la productividad y proporcionar objetos o unidades de investigación (Buol et al., 1990).

Existen varios sistemas de clasificación de suelos, tanto globales como nacionales. De los globales, los más conocidos son La Leyenda para el Mapa Mundial del Suelo FAO-UNESCO (FAO-UNESCO, 1974, 1988), La Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos (USDA 1975, 1999, 2003), el Mapa de Suelos de la Comunidad Europea (ECSC-EEC-EAEC, 1985) y el Atlas de Suelos de Europa, EC, 2005, (Eswaran et al. 2002). De los nacionales, también denominados locales, que se centran en características específicas de cada país, están el de Australia con 14 órdenes, Rusia con 23, Canadá con

siete, Sudáfrica con 73 formas de suelos, Brasil con 12 niveles superiores y 47 diferenciados, Francia con diez clases y Gran Bretaña con tres grupos principales y más de 40 subgrupos (Buol et al., 1990).

En el 16° Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo, realizado en Montpellier (1998), se aprobó y adoptó como sistema de correlación de suelos y comunicación internacional de la Unión de Ciencias del Suelo (IUSS-Union of Soil Science), La Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), misión que está a cargo de un grupo de expertos de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y de la IUSS (IUSS, 2015).

Pese a que el sistema de clasificación acogido internacionalmente es La Base Referencia Mundial, este Boletín Técnico se centra en la clasificación del USDA, debido a que en Colombia hasta el año 2015, por medio del IGAC, se adoptó dicho sistema (IGAC, 2015), y con ello, también en la FNC, para la cual continúan vigentes los levantamientos históricos.

El USDA presenta la forma de clasificación de los suelos por medio de las **Claves para**

la Taxonomía de Suelos, cuyos autores se identifican como el “*Soil Survey Staff*”, que incluye todos los clasificadores de suelos en el Programa *Soil Survey National Cooperative* y a la comunidad internacional que han hecho contribuciones significativas a la mejora del sistema taxonómico (Soil Survey Staff, 1999, 2003).

Este sistema establece seis jerarquías:

- **Orden** con 12 subcategorías (Alfisol, Andisol, Aridisol, Entisol, Espodosol, Gelisol, Histosol, Inceptisol, Molisol, Oxisol, Ultisol y Vertisol).
- **Suborden** con 63 subcategorías.
- **Gran grupo** con 319 subcategorías.
- **Subgrupo** con 2.484 subcategorías.
- **Familia y Serie** con más de 5.000 subcategorías cada una. La clasificación en alguna de las categorías depende del resultado de la evaluación de los siguientes tres parámetros:

1. Características diagnósticas de todos los horizontes que conforman el perfil de suelo.

2. Régimen de humedad en el suelo.

3. Régimen de temperatura en el suelo.

La categoría más general es el Orden y la más detallada es la Serie (Figura 1), por lo cual, las recomendaciones de manejo dadas a partir de taxonomías más completas y precisas son las de la Serie y las menos precisas las de Orden, estas últimas llegan a ser muy útiles para conocer propiedades generales de los suelos, entre ellas el grado de evolución y de la fertilidad natural (Figura 2), las cuales para los Órdenes predominantes en la zona cafetera (Inceptisoles, Andisoles, Entisoles y Molisoles) pueden estar en más de un rango, desde muy bajo a alto en grado de evolución y de alta a baja en fertilidad natural, lo que dificulta la toma de decisiones a nivel regional y hace necesaria una clasificación más detallada como lo es el de Gran Grupo. Se destaca que los Oxisoles (suelos muy evolucionados y de muy baja fertilidad natural), no son representativos para la caficultura colombiana, y por el contrario son los de mayor predominio en Brasil, país que al igual que Colombia tiene importancia mundial en la producción de café.

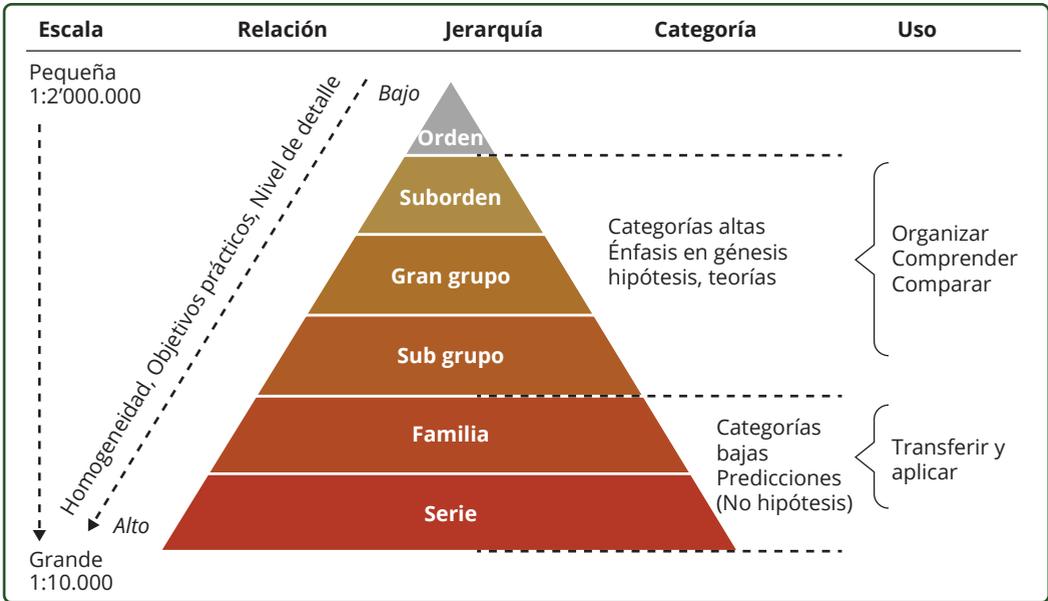


Figura 1. Sistema taxonómico del USDA, utilizado en los levantamientos de suelos en Colombia. (IGAC, 2015).

3. Levantamiento cartográfico de los suelos de la zona con potencial cafetero en Colombia

Los levantamientos cartográficos realizados por la FNC son de dos tipos, uno de ellos pertenece a una clasificación a nivel de subgrupo y el otro a una denominación a partir del material parental.

Los estudios a nivel de subgrupo se realizaron para los departamentos de Antioquia, Caldas, Huila, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca y son análisis semidetallados para proyectos de producción agropecuaria y sus levantamientos cumplen con condiciones específicas (Tabla 1). Los estudios de los departamentos de Cesar, Cauca, Nariño, Tolima y Santanderes, corresponden a una diferenciación por materiales parentales y no cumplen con una clasificación taxonómica de suelos.

Al cruzar la información obtenida por el IGAC entre los años 2000 y 2008 con el entorno cafetero colombiano, se tiene que, de los 12 Órdenes de suelo diez están

presentes, pero solo cuatro ocupan el 95,8% de la totalidad del área: Inceptisoles, Andisoles, Entisoles y Molisoles (Tabla 2 y Figura 3), lo cual hace que se centre la atención en ellos.

Según la distribución de Órdenes de suelo, en la región cafetera el 70,5% del área está representada por suelos jóvenes poco y muy poco evolucionados (Inceptisoles y Entisoles) (Figura 4), generalmente pobres en materia orgánica (MO), con espesores limitados y propiedades físicas dependientes del material

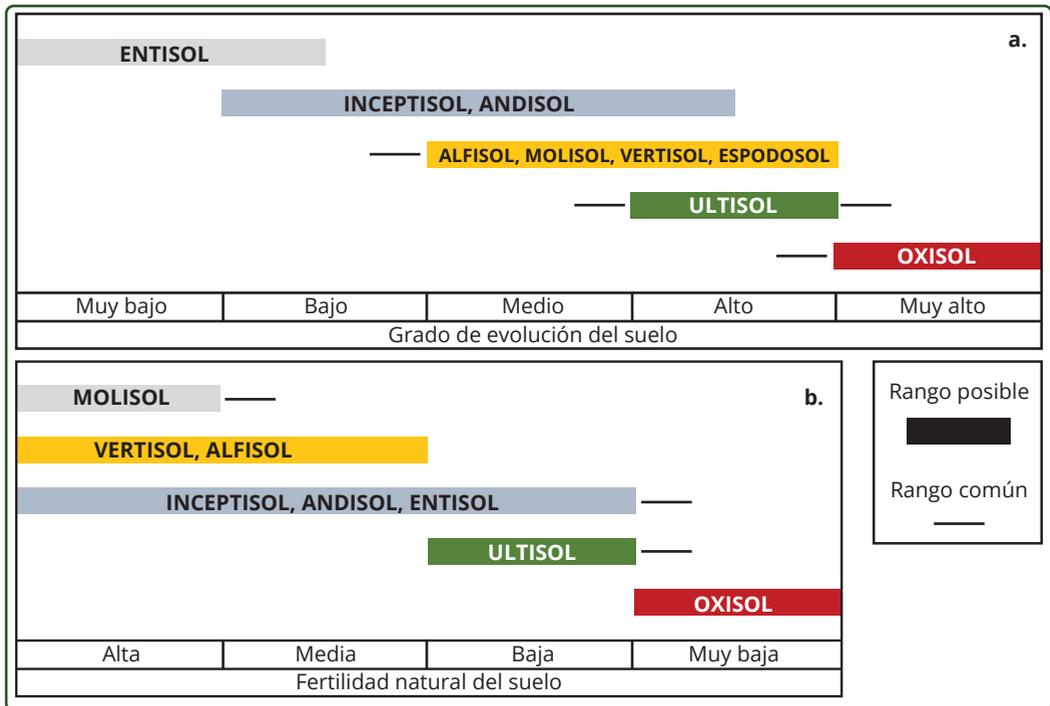


Figura 2. a. Órdenes de suelo y su relación con el grado de evolución; **b.** La fertilidad natural (Tomado de Jaramillo et al., 1994).

parental del cual se derivan, encontrándose texturas que van desde arcillosas hasta arenosas, característica que los hace susceptibles a la erosión y lixiviación de nutrientes, y que disminuye su calidad funcional. El poco desarrollo de estos suelos es atribuible al clima y a la topografía del país.

Otro Orden de suelo de importancia es el que comprende los Andisoles, cuyo nombre se deriva del color oscuro que los caracteriza. Estos suelos generalmente son de mayor

espesor que los Inceptisoles y Entisoles, debido a que se originan de cenizas volcánicas. Es común que presenten bajos contenidos de bases intercambiables como calcio (Ca) magnesio (Mg) y potasio (K), debido a que el material que los origina en Colombia es de acidez intermedia. Las propiedades físicas de los Andisoles son consideradas buenas, gracias a los altos contenidos de MO y a la relación adecuada entre las arenas y las arcillas, lo que los hace menos susceptibles a la pérdida de agua cuando no llueve.

Al atribuir a cada Orden de suelo la fertilidad natural y el grado de evolución general, se observa que la mayor parte del área con potencial cafetero presenta una gran incertidumbre, ya que estos pueden estar entre las categorías baja, media y alta (Figura 4); sin embargo, esta incertidumbre disminuye a la vez que se aumenta el detalle en la clasificación, como es el caso de la cartografía de suelos de la FNC que se generó a nivel de Subgrupo.

Tabla 1. Densidad de observaciones en diferentes tipos de levantamiento de suelos, referidos a las áreas piloto y de extrapolación (IGAC, 2014).

Tipos de estudio	Área piloto	Área de extrapolación	Densidad de observación			
			Zona piloto		Zona extrapolación	
			No. de observaciones por área	Densidad de observaciones	No. de observaciones por área	Densidad de observaciones
Generales	5%-10% del total del área de estudio	Total del área de estudio menos el área piloto (95-90% del área de estudio)	Cinco por cada 200 ha	Una por cada 40 ha		
Generales en zonas específicas	5-10% del total del área de estudio	Total del área de estudio menos el área piloto (95-90% del área de estudio)	Tres a seis observaciones por tipo de relieve		Una a tres observaciones por tipo de relieve	
Semidetallados para proyectos de producción agropecuaria	10% del total del área de estudio	Total del área de estudio menos el área piloto (90% del área de estudio)	(1) 12 por cada 100 ha	Una por cada 8,3 ha	Una por cada 100 ha	(1) Una por cada 100 ha
				Una por cada 7 ha	dos por cada 100 ha	(2) Una por cada 50 ha
Semidetallados para esquemas o planes de ordenamiento territorial o POMCAS	10% del total del área de estudio	Total del área de estudio menos el área piloto (90% del área de estudio)	(1) Cinco por cada 100 ha	Una por cada 12,5 ha	Una por cada 500 ha	(1) Una por cada 500 ha
			(2) Ocho por cada 100 ha	Una por cada 20 ha	Dos por cada 500 ha	(2) Una por cada 250 ha
Detallados	Total del área de estudio	No aplica	(1) 25 por cada 100 ha	Una por cada 4 ha	No aplica	
			(2) 40 por cada 100 ha	Una por cada 2,5 ha	No aplica	

(1) Observaciones en terrenos con pendiente >50%

(2) Observaciones en terrenos con pendiente <50%

4. Tipología de los suelos de la zona cafetera colombiana

El término “**tipología de suelos**” se refiere al estudio y clasificación de los diferentes tipos de suelo. En este, cada uno de los niveles de clasificación queda reflejado por medio del elemento formativo que proporciona información de sus características, las cuales son útiles para generar recomendaciones de manejo. El elemento formativo a nivel de Orden, Suborden y Gran Grupo es una sílaba, mientras

que para Subgrupo es una palabra. En la Tabla 3 se presentan los elementos formativos más comunes en la región cafetera colombiana y sus características diferenciales, que combinados dan alrededor de 67 tipologías de suelo.

Tabla 2. Porcentaje del área de los Órdenes de suelo presentes en la región, con potencial cafetero en Colombia.

Departamento	Orden de suelo										
	ept	and	ent	oll	ver	alf	ult	oxi	esp	M.Er	M.Ro
	Área de la zona con potencial cafetero (%)										
Antioquia	73,7	19,1	4,5	0,8				1,9			
Bolívar	95,3		4,7								
Boyacá	76,6	2,9	3,8	5,6	10,7	0,4					
Caldas	5,1	35,9	22,6	35,4							1,0
Caquetá	98,7		1,3								
Casanare	71,9		9,5		8,5		5,4	4,7			
Cauca	42,1	43,3	4,5	8,7		0,9					0,4
Cesar	66,0	3,0	27,9	3,0				0,2			
Chocó	41,9	58,1									
Cundinamarca	76,7	7,8	14,3	0,5		0,1	0,6				
Huila	56,7	14,1	4,3	16,7		4,7	0,9	0,6			2,1
La Guajira	58,8		24,0	16,0		1,3					
Magdalena	59,5	1,5	33,1	5,8							
Meta	50,6		34,2				15,2				0,1
Nariño	22,9	30,0	7,9	35,9		3,1					0,2
Norte de Santander	76,6	6,8	11,7	2,5					0,2	1,8	0,4
Putumayo	75,8	1,1	23,1								
Quindío	14,3	66,6	1,4	13,6		4,0					
Risaralda	47,0	33,5	0,4	18,3		0,8					
Santander	49,7	14,6	15,8	12,7	3,9	2,3					0,9
Tolima	66,2	16,0	16,0	0,9	0,2	0,2					0,5
Valle del Cauca	51,4	20,1	4,7	11,6	0,7	5,0		0,2			6,4

ept: Inceptisol, and: Andisol, ent: Entisol, oll: Molisol, ver: Vertisol, alf: Alfisol, ult: Ultisol, oxi: Oxisol, esp: Espodosol, M.Er: Material erosional, M.Ro: Material rocoso.

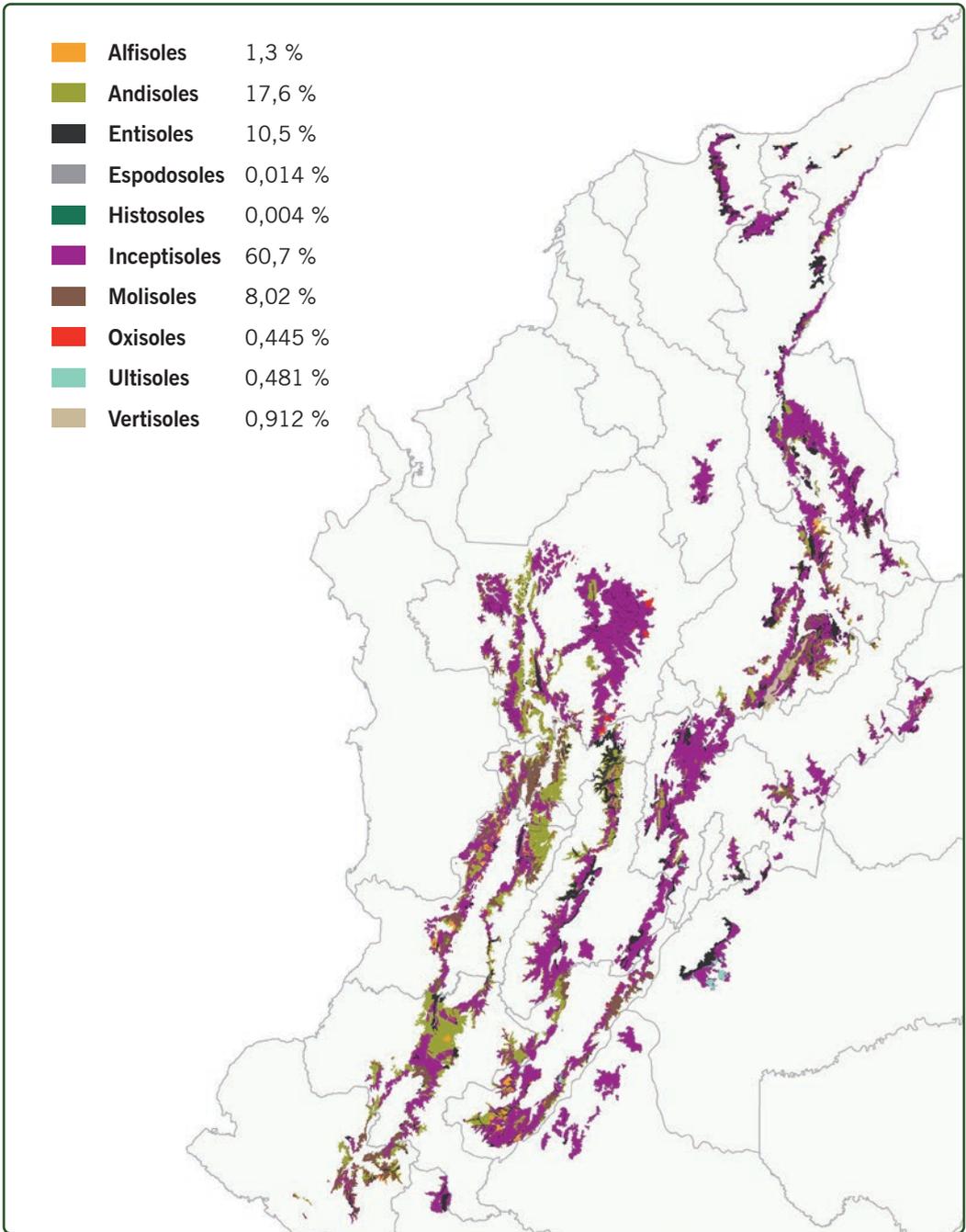


Figura 3. Mapa de Órdenes de suelo en el contorno cafetero. Órdenes de suelo tomados de IGAC y contorno cafetero SIC@2017.

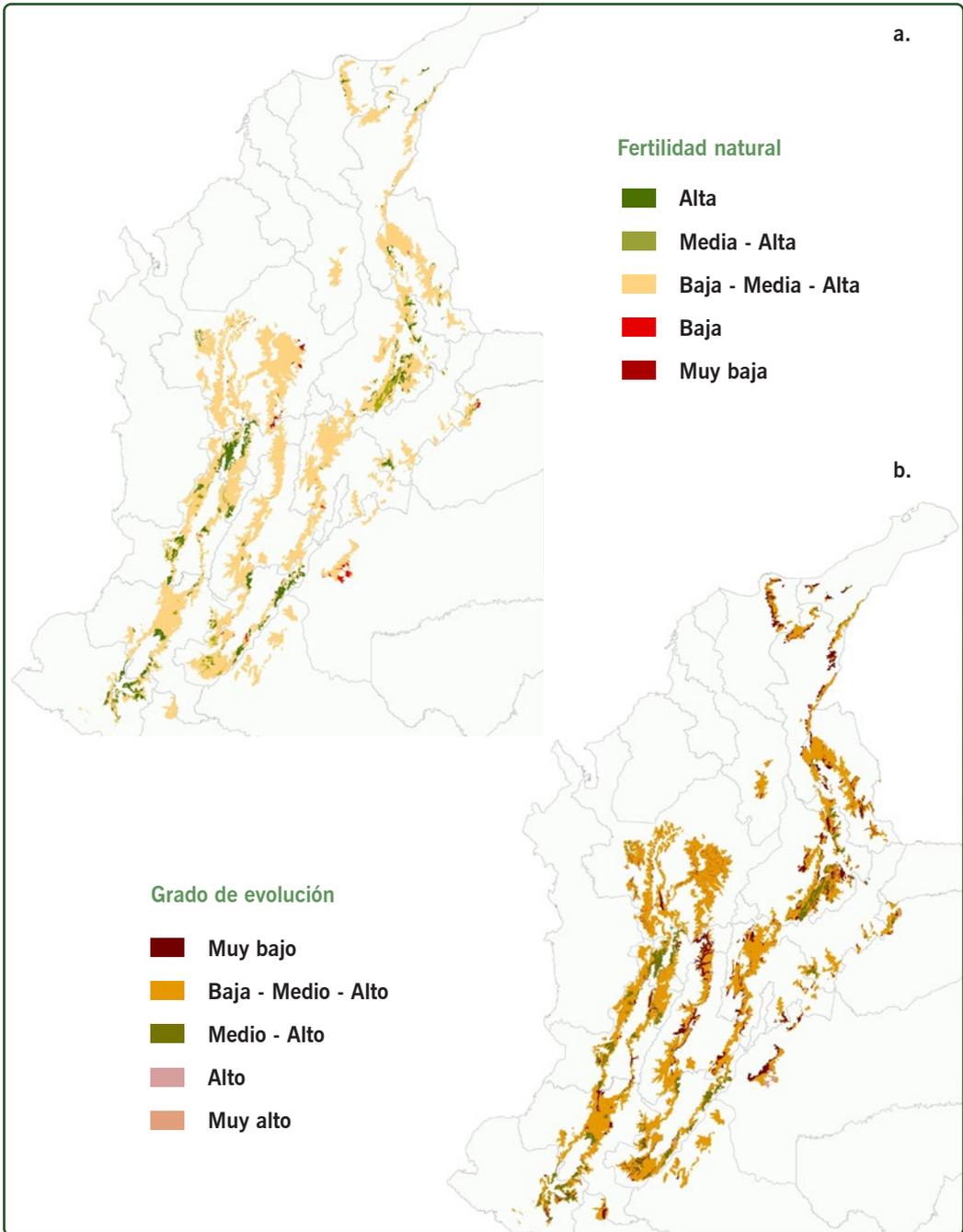


Figura 4. a. Distribución espacial de la fertilidad natural y **b.** Grado de evolución de los suelos de la región cafetera colombiana.

Tabla 3. Propiedades diferenciales de las categorías taxonómicas de suelos más comunes en la región cafetera de Colombia.

Categoría taxonómica	Elemento formativo	Propiedades diferenciales
	<ul style="list-style-type: none"> Inceptisol (ept) 	<p>Suelos poco evolucionados, con una amplia gama de características. Generalmente pueden presentar:</p> <p>Más del 1,0% de MO*</p> <p>Fósforo < 250 mg kg⁻¹</p> <p>Saturación de bases** < 50%</p> <p>Horizontes poco profundos</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Andisol (and) 	<p>Contenido de MO < 43,1% (se debe tener en cuenta que los suelos de la zona cafetera colombiana no superan el 30%).</p> <p>Alta retención de fósforo</p> <p>Alta capacidad de almacenamiento de agua, en el rango de fácil disponibilidad para la planta</p> <p>Alta CIC***</p> <p>Densidad aparente ≤ 0,90 g cm⁻³, medida a capacidad de campo</p> <p>Presencia de vidrio volcánico y arcillas alófanas, propias de las cenizas volcánicas</p> <p>Las anteriores condiciones deben estar presentes en más del 60% del suelo.</p>
Orden	<ul style="list-style-type: none"> Entisol (ent) 	<p>Suelos muy poco evolucionados</p> <p>Se encuentran en sitios donde la velocidad de erosión excede a la de formación de horizontes o donde el material parental no permite la formación de suelo</p> <p>Dominio de características heredadas por el material de origen</p> <p>Ausencia de características diagnósticas en los horizontes, sin embargo, puede presentar un horizonte superficial ócrico</p> <p>Se puede formar en zonas donde la evapotranspiración excede la precipitación.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Mollisol (oli) 	<p>Suelo profundo de color oscuro</p> <p>En los primeros 50 cm del perfil presenta menos de 30% de arcilla</p> <p>Saturación de bases mayor o igual a 50 %</p> <p>Predominio de calcio entre las bases de cambio en los horizontes A y B</p> <p>Dominio de minerales de arcilla cristalina, con CIC moderada o alta</p>
Suborden	<ul style="list-style-type: none"> And Orth 	<p>Propiedades de los suelos del Orden Andisol</p> <p>Condiciones muy comunes, con relación al Orden al que pertenece, es decir si el Orden que precede es Inceptisol quiere decir que la saturación de bases y el contenido de fósforo son mucho menores al 50% y 250 mg kg⁻¹, respectivamente. Si es Andisol, que la retención de fósforo es muy alta y los contenidos de vidrio volcánico y arcillas tipo alófana son abundantes.</p>

Continúa...

...continuación.

Categoría taxonómica	Elemento formativo	Propiedades diferenciales
Suborden	• Trop	Suelos normalmente húmedos, sometidos a un régimen de temperatura > 25°C, casi uniforme en el año
	• Ud	El suelo no se seca por más de 90 días acumulativos al año. La precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial aún en períodos secos
	• Ust	El suelo seco por más de 90 días acumulativos al año, en regiones donde la estación lluviosa dura más de tres meses (este indicador está directamente relacionado con las condiciones pluviométricas de la zona).
	• Dys o Dystr	Baja saturación de bases (< 35%)
	• Eutr	Alta saturación de bases (> 35%)
Gran grupo	• Hapl	Horizonte poco desarrollado
	• Melan	Oscuro. Espesor de 30 cm o más. MO > 7%. Propiedades ándicas
	• Trop	Suelos normalmente húmedos, sometidos a un régimen de temperatura superior a 25°C, casi uniforme en el año
	• Ud	El suelo no se seca por más de 90 días acumulativos al año. La precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial aún en períodos secos (este indicador está directamente relacionado con las condiciones pluviométricas de la zona).
	• Ust	El suelo seco por más de 90 días acumulativos al año, en regiones donde la estación lluviosa dura más de tres meses (este indicador está directamente relacionado con las condiciones pluviométricas de la zona).
Subgrupo	• Andic	Propiedades ándicas, descritas en el Orden Andisol
	• Entic	Presencia de un horizonte cámbico (de transformación incipiente, evidenciada por cambios de color, textura de arena muy fina, arena franca, estructura de suelo o ausencia de estructura de roca, no presentan evidencias de translocación y que conserva minerales meteorizables. Espesor > 15 cm hacia un Inceptisol
	• Lithic	El suelo reposa sobre un material rocoso, a una profundidad < 50 cm
	• Oxic	Altamente meteorizado. Espesor > 30 cm. Textura franco arenosa o más fina. CIC < 16 cmolc kg ⁻¹ . CICE*** < 12 cmolc kg ⁻¹ . No presenta características ándicas.
	• Parialithic	El suelo reposa sobre un material rocoso levemente alterado o débilmente consolidados, en el que las raíces de las plantas solo pueden avanzar por las grietas.
• Typic	Presenta las condiciones típicas del gran grupo al que pertenece.	

*MO = Materia orgánica, **Saturación de bases: (Ca+Mg+K) x 100/CIC, ***CIC=Capacidad de Intercambio Catiónico a pH 7,0; ****CICE=Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (Ca+Mg+K+Al).

En las Tabla 4 y 5 se presentan las tipologías de suelos de las unidades cartográficas más comunes de los departamentos que cuentan con levantamiento de suelos a nivel de subgrupo, separadas por afinidad tipológica.

5. Unidades cartográficas de suelos

Las unidades cartográficas de suelos son las unidades que forman los mapas. Estas tienen dos componentes, uno gráfico y otro conceptual; el primero hace referencia a la distribución geográfica y el segundo a las características que se plasman en el informe técnico, tales como aspectos de formación,

relieve, propiedades físicas y químicas, entre otras (IGAC, 2015).

Tipos de unidad cartográfica

El tipo de unidad cartográfica de suelo puede ser **Consociación, Asociación o Complejo**, y está directamente relacionada con la presencia de tipologías

Tabla 4. Tipologías de suelos en las unidades de cartográficas más comunes de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda.

Orden	Tipología a nivel de Subgrupo	Caldas	Quindío	Risaralda
		Unidades de suelos		
Inceptisol	Typic Dystropepts	El Salado, El Socorro y Iberia		Manila
	Typic Eutropepts	El Recreo, La Frisolina, Guamal, Manila, Parnaso, Tablazo, Tareas y Violeta		Balboa, Catarina, Doscientos y Guamal
	Typic Eutrudepts		Buenavista, El Tablazo, Génova y Patiobonito	
Entisol	Paralithic Troporthents	La Palma, Maiba, Suroeste, Tareas y Violeta		Catarina
	Typic Udorthents		El Cedral	
	Andic Dystropepts	Pensilvania y Río Manso		
Andisol	Paralithic Dystropepts	Iberia y Río Manso		
	Typic Dystrandeps*	Chinchiná, Fresno, Letras, Pácora y Veinte		Chinchiná y Veinte
	Typic Melanudands		Chinchiná, Montenegro y Quindío	

* Posterior al año 1990, los suelos clasificados en el suborden Andepts fueron incluidos en el Orden Andisol.

Tabla 5. Tipologías de suelos en las unidades cartográficas más comunes de los departamentos de Antioquia, Huila y Valle del Cauca.

Orden	Tipología a nivel de Subgrupo	Antioquia	Huila	Valle del Cauca
		Unidades de suelos		
Inceptisol	Typic Dystropepts	Amagá, Aures, Doscientos, La Miel, Oriente, Salgar, Salinas, San Francisco, Santa Bárbara, Suroeste, Titiribí y Venecia	Isnos	
	Typic Dystrudepts		Campoalegre, Guadalupe, La Cristalina, La Plata, San Adolfo, Siberia y Villeta	Manila y Parnaso
	Typic Eutrudepts		El Recreo y Timaná	Catarina, Chuscal, Dovio y Maiba
Entisol	Paralithic Troorthents Typic Troorthents	Amagá, Armenia, Aures, Salgar Doscientos, Salinas y Santa Bárbara		
	Typic Udorthents		Campoalegre, Garzón, Guadalupe, La Espiga, Saladoblanco, San Simón y Timaná	
	Paralithic Dystropepts	Santa Bárbara y Venecia		
Andisol	Typic Dystrandeps*	Chinchiná y Peñol		
	Typic Hapludands		San Agustín	
	Typic Melanudands		El Rosario, El Socorro y San Agustín	Chinchiná, Fondesa

* Posterior al año 1990, los suelos clasificados en el suborden Andepts fueron incluidos en el Orden Andisol.

de suelos dominantes, codominantes o asociados.

Según la IUSS (2015), una unidad de mapa o unidad cartográfica puede constar de:

- Un suelo dominante (una tipología)

- Un suelo dominante más un suelo codominante

- Un suelo dominante más un suelo codominante y uno o más suelos asociados

- Un suelo dominante más uno o más suelos asociados (una tipología)

dominante más otras tipologías asociadas)

- Dos o tres suelos codominantes (dos o tres tipologías de suelo)

- Dos o tres suelos codominantes más uno o más suelos asociados

Donde:

Los suelos dominantes (tipología dominante): representan $\geq 50\%$ de la cobertura del suelo

Los suelos codominantes (tipologías codominantes): representan entre ≥ 25 y $< 50\%$ de la cobertura de los suelos

Los suelos asociados (tipologías asociadas): representan entre ≥ 5 y $< 25\%$ de la cobertura del suelo, o son

de gran relevancia en la ecología del paisaje

La FNC en sus levantamientos de suelos definió los siguientes criterios para establecer el tipo de unidad cartográfica:

Consociación

El 70% o más del área delimitada corresponde a una tipología (suelo dominante suelo).

Ejemplo:

Nombre de la unidad.	Unidad Doscientos (Risaralda)
Unidad cartográfica.	Consociación
Contenido pedológico.	Typic Eutropepts 75% (suelo dominante > 70%) Paralithic Eutropepts 15% (suelo asociado) Otros 10% (suelos asociados)
Nombre de la unidad.	Unidad Chinchiná (Quindío)
Unidad cartográfica.	Consociación
Contenido pedológico.	Typic Melanudands 75% (suelo dominante > 70%) Otros 25% (suelos asociados)
Nombre de la Unidad.	Unidad Chinchiná (Caldas)
Unidad cartográfica.	Consociación
Contenido pedológico.	Typic Dystrandeps 80% (suelo dominante > 70%) Paralithic Dystropepst 20% (suelo asociado) Typic Dystropepts y Entic Dystrandeps 20% (suelos asociados)
Nombre de la Unidad.	Unidad Oriente (Antioquia)
Unidad cartográfica.	Consociación
Contenido pedológico.	Typic dystropept 80% (suelo dominante > 70%) Andic dystropept 10% (suelo asociado) Typic dystrandepst 8% (suelo asociado)

Asociación

Dos o más tipologías que ocupan más del 30% del área delimitada y son fácilmente separables en levantamientos a escalas un poco más detalladas.

Ejemplo:

Nombre de la unidad. Unidad El Recreo (Huila)

Unidad cartográfica. Asociación

Contenido pedológico. Typic Eutrudepts 45% (suelo codominante)
Paralithic Eutrudepts 40% (suelo codominante)
Typic Udorthents 8% (suelo asociado)
Paralithic Udorthents 7% (suelo asociado)

Nombre de la unidad. Unidad Doscientos (Antioquia)

Unidad cartográfica. Asociación

Contenido pedológico. Typic Dystropept 57% (suelo dominante < 70%)
Typic Dystrandept 27% (suelo codominante)
Lythic Troporthent y Typic Troporthent 16% (suelos asociados)

Nombre de la unidad. Unidad Génova (Risaralda)

Unidad cartográfica. Asociación

Contenido pedológico. Typic Eutrudepts 35% (suelo codominante)
Paralithic Udorthents 30% (suelo codominante)
Lithic Udorthents 20% (suelo asociado)
Paralithic Eutrudepts 10% (suelo asociado)
Otros 5% (suelos asociados)

Nombre de la unidad. Unidad Parnaso (Caldas)

Unidad cartográfica. Asociación

Contenido pedológico. Typic Eutropepts 60% (suelo dominante < 70%)
Paralithic Eutropepts 25% (suelo codominante)
Paralithic Troporthentst y Lithic Eutropepts 15% (suelos asociados)

Complejo

Dos o más tipologías en el área delimitada, que no corresponden a un patrón de distribución definido y que para separarlos se requiere de levantamientos a escalas muy detalladas.

En la Figura 5 se muestra de forma gráfica la representación en el terreno de Consociación, Asociación y Complejo.

En el caso de Complejo es suficiente con que se tengan dos tipologías diferentes, que sean de difícil separación en el campo.

Ejemplo:

Nombre de la unidad. Unidad Abejorral (Antioquia)

Unidad cartográfica. Complejo

Contenido pedológico. Typic Troorthents 30% (suelo codominante)
Paralithic Troorthents 20% (suelo asociado)
Typic Dystropepts 20% (suelo asociado)
Lithic Troorthents 15% (suelo asociado)
Otros 15% (Suelos asociados)

Nombre de la unidad. Unidad Manila (Valle del Cauca)

Unidad cartográfica. Complejo

Contenido pedológico. Typic Dystrudepts 60% (suelo dominante < 70%)
Typic Hapludands 30% (suelo codominante)
Otros 10% (suelo asociado)

Nombre de la unidad. Unidad Cascarero (Caldas)

Unidad cartográfica. Complejo

Contenido pedológico. Paralithic Troorthents 60% (suelo dominante < 70%)
Lithic Troorthents 20% (suelo asociado)
Typic Eutropepts, Lithic Eutropepts y
Paralithic Eutropepts 20% (suelos asociados)
Otros 10% (suelos asociados)

Nombre de la unidad. Unidad El Tablazo (Quindío)

Unidad cartográfica. Complejo

- Contenido pedológico.** Typic Eutrudepts 40% (suelo codominante)
 Paralthic Eutrudepts 25% (suelo codominante)
 Andic Eutropept 20% (suelo asociado)
 Typic Hapludands, Typic Udorthents y
 Paralthic Udorthents 15% (suelos asociados)

Los **Tipos de Unidades** indican qué tan probable es que la recomendación de manejo, dada a partir de la tipología de suelo, sea representativa para un sitio. De los tipos de Unidades con la que más probabilidad se tiene de que la recomendación sea ajustada para el sitio, es la que se da a partir de una **Tipología Dominante** en una unidad de tipo **Consociación** y la situación contraria se tiene con una recomendación generada a partir de una **Tipología Asociada** en una unidad de tipo **Complejo**.

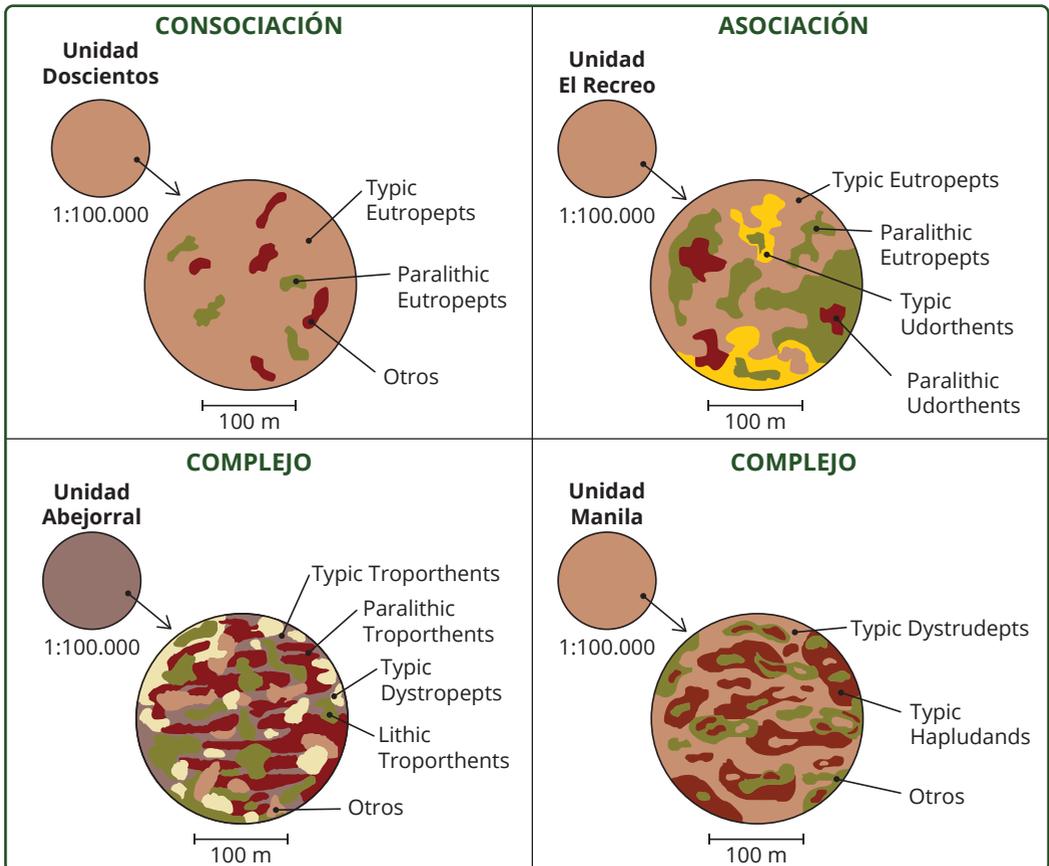


Figura 5. Ejemplo de la representación gráfica de Consociación, Asociación y Complejo.

La presencia de una o más tipologías en un área delimitada, depende de la variabilidad espacial de los parámetros de clasificación y la escala de mapeo, la cual para los levantamientos de la FNC están en 1:40.000 a 1:125.000. En la Tabla

6 se presentan las escalas en las que se realizaron los levantamientos para cada departamento y el número de unidades de tipo Asociación, Consociación o Complejo, las cuales representan el 71,1% del área cartografiada

y el 28,9% restante está por definir, en su mayoría pertenecientes a los departamentos de Boyacá, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Santander y Tolima (Figura 6).

Tabla 6. Escala de levantamiento de las unidades cartográficas de suelos de la FNC y el tipo de unidades presente en cada departamento.

Depto	Escala	Taxonomía de suelos	Unidades de suelos	Tipo de unidad cartográfica			
				Asociación	Consociación	Complejo	S.D.
				Número de unidades			
Antioquia	1:50.000	Subgrupo	26	13	9	2	2
Caldas	1:50.000	Subgrupo	93	16	9	67	1
Huila	1:50.000	Subgrupo	42	38	6	6	2
Quindío	1:50.000	Subgrupo	34	3	8	23	0
Risaralda	1:50.000	Subgrupo	25	10	9	0	6
Valle del Cauca	1:50.000	Subgrupo	53	2	4	47	0
Boyacá	1:40.000	No aplica	12	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.
Cauca	1:100.000	No aplica	36	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.
Cesar	1:50.000	No aplica	6	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.
Cundinamarca	1:100.000	No aplica	13	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.
Nariño	1:50.000	No aplica	16	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.
Norte de Santander	1:50.000	No aplica	8	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.
Santander	1:40.000	No aplica	12	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.
Tolima	1:125.000	No aplica	21	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.

S.D.: Sin definir.

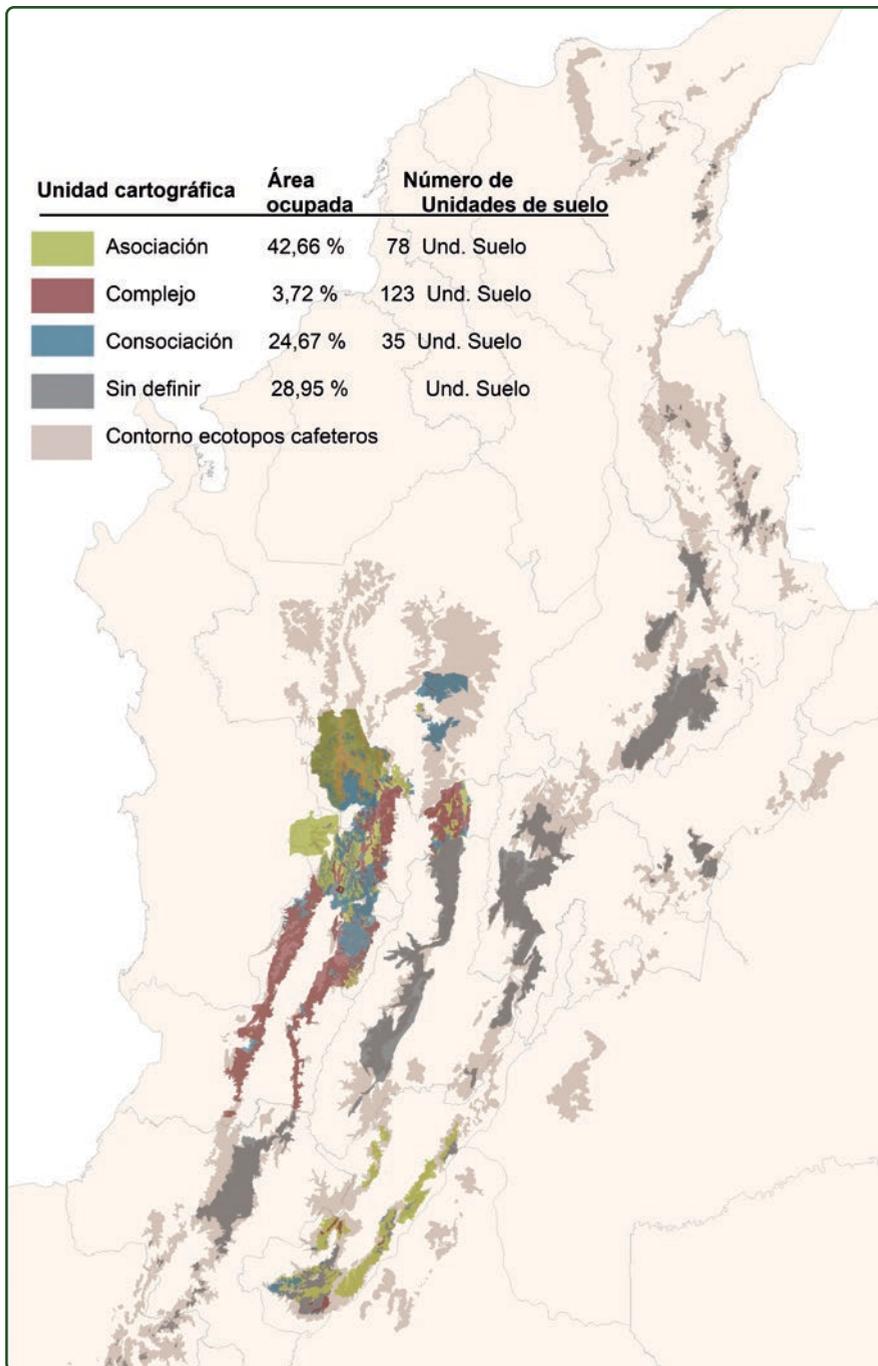


Figura 6. Mapa de Unidades cartográficas de suelos levantadas por la FNC.
 * Porcentaje con relación al total del área con potencial cafetero.

6. Aplicación de la taxonomía de suelos y la cartografía edáfica de la FNC a la caficultura

Para analizar la tipología de suelos de la FNC y generar las recomendaciones de manejo, se proponen cuatro pasos:

1. División de la tipología en elementos formativos.

Separar la tipología en las dos palabras que la conforman, el primer vocablo se relaciona con el subgrupo y el segundo, que debe separarse por sílabas, con el Orden, Suborden y Gran grupo.

2. Asociación de los elementos formativos con las características de cada jerarquía. Iniciar con las características del Orden y por último el Subgrupo. Para esto se recomienda utilizar la Tabla 3.

3. Descripción del suelo según las características de cada jerarquía. Consolidar las características descritas en cada jerarquía, con el objetivo de generar una descripción general del suelo.

4. Generación de las recomendaciones de manejo.

Se dan a partir de las características edáficas más representativas del tipo de suelo, identificadas en los pasos 2 y 3. Al generar las recomendaciones de manejo debe tenerse en cuenta que algunas de las características correspondientes a cada jerarquía son variables en el corto tiempo, especialmente las relacionadas con las propiedades químicas, que fácilmente pueden alterarse con el manejo del sistema productivo. Por ejemplo, un suelo que en el momento de hacer su clasificación taxonómica fue incluido en el Gran grupo Dys, porque su condición natural es presentar una baja saturación de bases intercambiables (< 35%), después de un tiempo puede no presentar dicha condición debido a la continua aplicación de fertilizantes. Por lo cual, la taxonomía de suelos no reemplaza el análisis de fertilidad del suelo, ya que este último proporciona la información actual del sitio y no la natural, como lo hace la taxonomía.

Por medio de cuatro ejemplos, con tipologías representativas en área para la región cafetera

colombiana, se presenta una forma de interpretar la taxonomía de suelos y generar recomendaciones de manejo al caficultor, y en la Tabla 6 se presentan más ejemplos en los cuales se incluye la aplicación de la tipología y de la unidad.

La confiabilidad de las recomendaciones generales que se hagan a partir de la tipología de suelos va a depender de la unidad cartográfica a la que se hace referencia, es decir, las recomendaciones de manejo para una **Consociación** pueden llegar a ser muy útiles y acertadas; para una **Asociación** pueden ser útiles pero en caso de que las tipologías sean muy disímiles deben hacerse distinciones en el campo para realizar los manejos en la finca, y si es para una unidad cartográfica de tipo **Complejo** las recomendaciones de manejo por unidad son poco útiles, porque es difícil separar las tipologías debido a la alta variabilidad en del sitio y es mejor realizar las recomendaciones de manejo a partir de lo encontrado en el campo.

Ejemplo 1.

Tipología: Typic Dystropepts

(22,5% del área cartografiada en la región con potencial cafetero en Colombia)

Pasos

1. División de la tipología en elementos formativos.



2. Asociación de los elementos formativos a las características de cada jerarquía.

Orden: elemento formativo “*ept*”, corresponde a un **Inceptisol** y tiene como característica ser un suelo poco evolucionado, de poco espesor, con bajos contenidos de MO.

Suborden: elemento formativo “*trop*”, indica que el suelo normalmente permanece húmedo con temperaturas superiores a los 25°C de manera uniforme durante el año.

Gran grupo: elemento formativo “*Dys*”, pertenece a un suelo con baja saturación de bases intercambiables.

Subgrupo: elemento formativo “*Typic*”, las condiciones son típicas del gran grupo al que pertenece, es decir, la característica dominante de este suelo es la baja saturación de bases intercambiables.

3. Descripción del suelo según las características de cada jerarquía. Es un suelo poco evolucionado, de poco espesor, con baja saturación de bases intercambiables, bajo contenido de MO y no presenta limitantes en humedad.

4. Generación de recomendaciones de manejo. Las recomendaciones al caficultor deben estar dirigidas al manejo de la parte química, en especial las bases intercambiables y nitrógeno (representado por la MO), ya que el Gran grupo indica una baja saturación de bases y el Suborden bajo contenido de MO. Deben darse recomendaciones de conservación de suelos, debido a que el Orden pone en evidencia horizontes poco profundos de bajo desarrollo. Puede deducirse que no hay limitantes físicas para retención de humedad, debido a que según el Suborden el suelo permanece húmedo.

Ejemplo 2.

Tipología: Typic Melanudands

(4,2% del área cartografiada en la región con potencial cafetero en Colombia)

Pasos

1. División de la tipología



2. Asociación de los elementos formativos

Orden: elemento formativo “*and*”, corresponde a un **Andisol** y tiene como característica ser un suelo derivado de cenizas volcánicas, fijador de fósforo y con adecuadas condiciones físicas.

Suborden: elemento formativo “*ud*”, indica que el suelo no se seca por más de 90 días acumulados al año y que la evapotranspiración potencial es menor que la precipitación.

Gran grupo: elemento formativo “*Melan*”, pertenece a un suelo de color oscuro, de espesor mayor a los 30 cm y altos contenidos de MO.

Subgrupo: elemento formativo “*Typic*”, las condiciones son típicas del gran grupo al que pertenece, es decir, existe muy poca duda de que el color sea oscuro, o que el espesor sea mayor a 30 cm y que el contenido de MO sea mayor del 10%.

3. Descripción del suelo al que corresponde según la tipología. Es un suelo de origen volcánico, de color oscuro, con una profundidad superior a los 30 cm, alto contenido de MO, alta fijación de fósforo y adecuadas propiedades físicas.

4. Recomendaciones. Las recomendaciones al caficultor deben estar dirigidas en la parte química al manejo del fósforo, especialmente en la etapa de levante, ya que el Orden indica que es un suelo con alta fijación del elemento. Dado que tanto el Suborden como el Gran grupo muestran que el suelo es bondadoso para la caficultura, por la retención de humedad, la profundidad y el contenido de MO, las otras recomendaciones deberán basarse en la conservación.

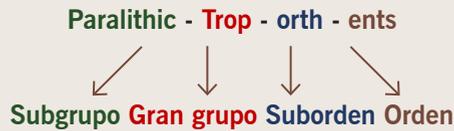
Ejemplo 3.

Tipología: Paralithic Troprothents

(< 3 % del área cartografiada en la región con potencial cafetero en Colombia)

Pasos

1. División de la tipología



2. Asociación de los elementos formativos

Orden: elemento formativo “*ent*”, corresponde a un **Entisol** y tiene como característica ser un suelo muy poco evolucionado, con predominio de características heredadas del material parental y generalmente se presenta en sitios donde la velocidad de erosión excede a la de formación.

Suborden: elemento formativo “*orth*”, indica que el suelo tiene características muy comunes al orden, en este caso a los Entisoles.

Gran grupo: elemento formativo “*Trop*”, indica que el suelo normalmente permanece húmedo con temperaturas superiores a los 25°C uniforme durante el año.

Subgrupo: elemento formativo “*Paralithic*”, se refiere a que el suelo reposa sobre un material rocoso levemente alterado o débilmente consolidado, en el que las raíces de las plantas solo pueden avanzar por las grietas.

3. Descripción del suelo al que corresponde según la tipología. Es un suelo de poca profundidad, y de baja fertilidad.

4. Recomendaciones. Las recomendaciones al caficultor deben estar dirigidas hacia la parte de conservación y aumento de la fertilidad, pues es un suelo muy exigente en su manejo y poco bondadoso para el desarrollo de la caficultura, debido a que tanto el Orden como el Subgrupo indican que el crecimiento de las raíces se ve limitado por la poca profundidad del suelo, sumado al muy bajo desarrollo del mismo.

Ejemplo 4.

Tipología: Andic Dystropepts

(< 1% del área cartografiada en la región con potencial cafetero en Colombia)

Pasos

1. División de la tipología



2. Asociación de los elementos formativos

Orden: elemento formativo “*ept*”, corresponde a un **Inceptisol** y tiene como característica ser un suelo poco evolucionado, de poco espesor, con bajos contenidos de MO.

Suborden: elemento formativo “*trop*”, indica que el suelo normalmente permanece húmedo con temperaturas superiores a los 25°C uniforme durante el año.

Gran grupo: elemento formativo “*Dys*”, suelo con baja saturación de bases intercambiables.

Subgrupo: elemento formativo “*Andic*”, propiedades ándicas, es un suelo derivado de cenizas volcánicas, que puede ser fijador de fósforo y/o presentar adecuadas condiciones físicas.

3. Descripción del suelo al que corresponde según la tipología. Es un suelo de origen volcánico poco evolucionado, con bajo contenido de MO, poco espesor y posiblemente alta fijación de fósforo.

4. Recomendaciones. Las recomendaciones al caficultor deben estar dirigidas hacia la parte química, ya que el Orden indica bajos contenidos de MO, que se relacionan con bajos aportes de N y el Gran grupo indica baja saturación de bases, que se relaciona con bajos contenidos de Ca, Mg y K. Debe hacerse énfasis en el aumento de los contenidos de la MO ya que, por ser un suelo proveniente de cenizas volcánicas, poco evolucionado, tienen baja presencia de coloides, lo que facilita la lixiviación de los nutrientes y la baja capacidad de almacenamiento de agua. En general, es un suelo en el que puede desarrollarse una buena caficultura, siempre y cuando se sigan las recomendaciones de fertilización indicadas en el análisis de suelos.

Tabla 6. Ejemplo de interpretación del tipo de tipología de suelo y unidad para tres unidades cartográficas de la zona cafetera colombiana.

Unidad Cartográfica		Tipología		Interpretación	
Nombre	Tipo	Taxonomía	Tipo	Tipología	Unidad
Doscientos (en Risaralda)	Consociación	Typic Eutropepts	Dominante	Suelo poco evolucionado, baja profundidad, con saturación de bases >35%.	La totalidad de la unidad está conformada por suelos poco evolucionados y poco profundos, con saturación de bases mayor a 35%. En algunos sectores puede encontrarse sobre el material rocoso levemente alterado.
		Paralithic Eutropepts	Asociado	Suelo con las mismas características del dominante, con la diferencia que este reposa sobre un material rocoso levemente alterado.	
El Recreo	Asociación	Typic Eutrudepts	Codominante	Suelos jóvenes, de baja profundidad, con saturación de bases > 35% y permanecen con humedad por más de 90 días acumulados.	Toda la unidad presenta suelos poco profundos con buena capacidad de retención de agua. En algunos sitios puede presentar saturación de bases mayor a 35%, puede ser poco evolucionado o muy poco evolucionado, incluso puede encontrarse en contacto con el material parental poco alterado y no presentar características diagnósticas.
		Paralithic Eutrudepts	Codominante	Con características similares al anterior suelo codominante, con la diferencia que se encuentran en contacto con el material parental levemente alterado.	
		Typic Udorthents	Asociado	Suelo muy poco evolucionado, que permanece con humedad por más de 90 días acumulados.	
		Paralithic Udorthents	Asociado	Características similares al anterior suelo asociado, con la diferencia que este reposa sobre el material parental levemente alterado.	

Continúa...

...continuación.

Unidad Cartográfica		Tipología		Interpretación	
Nombre	Tipo	Taxonomía	Tipo	Tipología	Unidad
Abejorral	Complejo	Typic Troprothents	Codominante	Suelo muy poco evolucionado, poca profundidad, normalmente húmedo.	En general, la unidad presenta suelos poco profundos que se encuentran sobre material parental levemente alterado e inalterado. En algunos lugares el suelo se encuentra muy poco evolucionado y en otros poco evolucionado. Algunos sectores presentan saturación de bases intercambiables menor a 35%.
		Paralithic Troprothents	Asociado	Características similares a las del suelo dominante, pero presenta contacto con el material rocoso levemente alterado.	
		Typic Dystropepts	Asociado	Suelo poco evolucionado, baja profundidad, baja saturación de bases (< 35%)	
		Lithic Troprothents	Asociado	Suelo con características muy similares al codominante, pero reposando sobre un material rocoso.	

Literatura citada

- Buol, S. W., Hole, F. D., & McCracken, R. J. (1990). *Génesis y clasificación de suelos*. Editorial Trillas.
- Cline, M. G. (1949). Basic principles of soil classification. *Soil Science*, 67(2), 81-92.
- Eswaran, H., Rice, T., Ahrens, R., & Stewart, B. A. (Eds.). (2002). *Soil Classification: A Global Desk Reference* (1a ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420040364>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1972). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Suroeste de Antioquia*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1973). *Estudio de zonificación y uso potencial del departamento del Tolima*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1974). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Cundinamarca*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1975). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Nariño*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1976). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Cesar*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1978). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Norte de Santander*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1978). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Cauca*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1979). *Estudio de zonificación*

y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Boyacá. FNC.

- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1981). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Santander*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1982). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Caldas*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1985). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Huila*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1986). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Quindío*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1988). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Risaralda*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1990). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Valle del Cauca*. FNC.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1992). *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del oriente de Antioquia*. FNC.

Food and Agriculture Organization of the United Nations & United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (1974). *Soil map of the world: Vol. 1. Legend*. Unesco. <http://www.fao.org/3/as360e/as360e.pdf>

Food and Agriculture Organization of the United Nations & United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (1988). *Soil map of the world: Revised legend. World Soil Resources Report No. 60*. FAO. https://www.isric.org/sites/default/files/isric_report_1988_01.pdf

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2015). *Suelos y tierras de Colombia* (Vol.1). IGAC. <https://www.igac.gov.co/es/catalogo/suelos-y-tierras-de-colombia-tomo-1-y-2>

IUSS Working Group WRB. (2015). *Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106*. FAO. <http://www.fao.org/3/i3794es/i3794es.pdf>

Jaramillo, D. F., Parra, L. N., & González, L.H. (1994). *El recurso suelo en Colombia: Distribución y evaluación*. Universidad Nacional de Colombia.

Jones, A., Montanarella, L., & Jones, R. (Eds.). (2005). *Soil atlas of Europe*. European Soil Bureau Network. <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-atlas-europe>

Soil Survey Staff (1975). *Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. United States Department of Agriculture. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051856.pdf

Soil Survey Staff (1999). *Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (2nd ed.). United States Department of Agriculture. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051232.pdf

Soil Survey Staff (2003). *Keys to soil taxonomy* (9th ed.). United States Department of Agriculture; Natural Resources Conservation Service. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051544.pdf

Tavernier, R., & Louis, A. (1985). *Soil map of the European Communities* [Map]. Commission of European Communities.





Cenicafé

Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana