

Suelos de la zona cafetera

Hernán González Osorio; Luz Adriana Lince Salazar

El suelo constituye un recurso natural compuesto por minerales, órganos de plantas y animales en diferentes estados de alteración, agua, oxígeno y otros gases. Se forma a partir de las rocas o de materiales sueltos, que de manera progresiva se alteran por la acción del clima, el relieve y los seres vivos, entre los que se encuentran los seres humanos. **Por ser un recurso en el cual la vida forma parte esencial de su creación y evolución, es susceptible a extinguirse o perecer, a pesar de que dicho fenómeno no sea percibido en el corto plazo.**

Una forma de estudiar los suelos y de aproximarse a su aprovechamiento racional, es por medio de la identificación de sus horizontes, que son franjas más o menos paralelas a la superficie del terreno y, que en conjunto, constituyen lo que se conoce como **perfil del suelo**.

Colombia cuenta con una gran diversidad de climas, paisajes, rocas, minerales, fauna y flora. La zona cafetera del país no es ajena a dicha riqueza y con la combinación de estos recursos ha desarrollado una amplia gama de suelos, en los cuales han quedado grabados más de 200 años de cultura cafetera. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia consciente de esta gran riqueza y biodiversidad, emprendió estudios para su mejor entendimiento y junto con los análisis de clima y relieve definió regiones en las cuales las plantaciones de café tienen un comportamiento similar en manejo, crecimiento y producción, este estudio se conoce como **“Ecotopos Cafeteros de Colombia”**.

Los Ecotopos Cafeteros contemplan también la delimitación e identificación de suelos con un perfil semejante y se asocian en lo que se conoce como **unidades cartográficas de suelos**. Dicha labor ha servido de herramienta para la toma de decisiones, en lo que tiene que ver con el uso, manejo, aprovechamiento y

Cómo Citar: conservación de este importante recurso natural.

González-Osorio, H., & Lince-Salazar, L. A. (2013). Suelos de la zona cafetera. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 1, pp. 239–268). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_11



Formación del suelo

La superficie del terreno está cubierta por los fragmentos de diferente tamaño generados a partir de la transformación de las rocas. Dichos materiales pueden constituir lo que para muchos es el **suelo** (Del latín *solum* que significa piso) propiamente dicho, sin embargo, para aquellos que concentran sus actividades en la producción de alimentos y materias primas, así como en la búsqueda de opciones para la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, **el suelo es considerado un cuerpo natural, que nace y evoluciona por la participación de factores formadores como el relieve, material litológico, el clima, los organismos y su actuar, a través del tiempo.**

A partir del material de partida, en términos generales, ocurren los siguientes fenómenos durante su formación:

- Fragmentación de la roca consolidada o de otros sólidos de diversa forma y tamaño, por la acción de procesos físicos, químicos y biológicos.
- Una posterior colonización de organismos, que continúan con la desintegración del material original por efecto de sus funciones metabólicas y de crecimiento (Sylvia *et al.*, 1999; Phillip *et al.*, 2008). Este recurso biológico estimula también el desarrollo de la materia orgánica y del humus con propiedades bien definidas, las cuales al unirse con los minerales alterados, dan lugar a un sistema dotado con propiedades físicas, químicas y biológicas bien definidas (Duchaufour, 1978).

Resultado de lo anterior y de otras transformaciones objeto de estudio en este capítulo, aparecen unas franjas u horizontes más o menos paralelas a la superficie del terreno, que en conjunto, constituyen lo que se conoce como perfil del suelo.

Es así como una forma de estudiar los suelos y de aproximarse al aprovechamiento racional de los mismos, es por medio de la identificación de sus horizontes. El horizonte A es la parte más expuesta a la radiación solar, a la lluvia y a la acción de los grandes seres vivos; por debajo de éste puede haber un horizonte diferente en apariencia y en color, conocido como horizonte B, o puede estar ubicado directamente sobre fragmentos de roca o cenizas volcánicas, que constituyen el horizonte C.

En un amplio sentido, cuanto más tiempo ha estado formándose un suelo, mayor es su espesor y menos se parece al material que le dio origen, esto significa que si un suelo tiene un horizonte superficial situado directamente sobre el lecho rocoso es relativamente joven, si se compara con otro en el cual se pueden encontrar dos, tres o más horizontes; sin embargo, en términos de lo que puede significar la expectativa de vida de los seres humanos,

la velocidad de formación de los suelos es muy lenta, es así como una persona con cien años de edad puede ser considerada como una anciana, mientras que un suelo en este mismo período ha desarrollado algunos centímetros de profundidad. Claro está, este proceso puede ser más o menos acelerado según del tipo y dureza de las rocas, de la cantidad y la intensidad de las lluvias, de la temperatura, de la pendiente del terreno, de la presencia y diversidad de la vegetación, de los microorganismos y la intervención del ser humano.

Factores que inciden en la formación del suelo

Los factores de formación del suelo son el conjunto de agentes que han influido, que actúan o pueden contribuir con la transformación del material parental. El suelo es por lo tanto, el resultado de la acción conjunta, a través del tiempo y sin exclusión del material parental, del clima, el relieve y los organismos.

Material parental

Se denomina así a los materiales a partir de los cuales se origina el suelo. El relieve y la superficie del terreno en una región se modifican a lo largo del tiempo por cuenta de la actividad volcánica, la salida del cauce de las corrientes de agua y el traslado de materiales de un lugar a otro, en respuesta a la dinámica de los procesos naturales que incluyen las actividades humanas. Todo esto propicia la elevación, el desgaste y la exposición de rocas y minerales, que constituyen el material parental de diferentes tipos de suelos.

A continuación se presenta una breve descripción acerca de la formación, composición de las rocas y los materiales que originan los suelos de la zona cafetera colombiana:

En Colombia se presentan los tres principales grupos de rocas que son ígneas, metamórficas y sedimentarias y gran parte de sus subgrupos (Tabla 1). Las rocas ígneas (Del latín *ignis* que significa fuego), se forman a medida que se enfría y solidifica el magma (Roca fundida en la profundidad de la Tierra), se clasifican como intrusivas, como el granito, o extrusivas dentro de las que se distingue el basalto. Cuando estas rocas son sometidas a desintegración y descomposición, procesos que en conjunto son denominados meteorización, la gravedad conduce los fragmentos a sitios que son llamados depósitos sedimentarios. Con el tiempo y bajo la acción de compuestos cementantes, se generan masas de rocas compactas (Litificadas) que constituyen las rocas sedimentarias de diferente tipo: sedimentarias mecánicas como las areniscas, y las químicas, de precipitación orgánica, como las calizas o de reemplazamiento como la dolomita.

Tipo de roca		Representante
Ígnea	Intrusiva	Granito, gabro, diorita
	Extrusiva	Riolita, basalto, andesita
Metamórfica	Contacto	Cuarcita, mármol, serpentinita
	Regional	Gneiss, esquisto, pizarra
Sedimentaria	Mecánica	Conglomerado, arenisca, arcillosita, limolita
	Química	Caliza, dolomita, magnesita, halita

Tabla 1.

Ejemplares representativos en Colombia de los tres tipos de roca.

Los depósitos ígneos o sedimentarios en condiciones de alta presión o elevada temperatura, y en presencia de fluidos químicamente activos (Agua y otras soluciones), cambian en su composición y apariencia, y como resultado crean las rocas metamórficas, que en condiciones de alta temperatura se llaman metamórficas de contacto o térmico, como es el caso del mármol, y en condiciones de alta presión y temperatura se da el metamorfismo regional como por ejemplo el esquisto; éstas a su vez pueden erosionarse y acopiarse para dar lugar nuevos depósitos sedimentarios.

Todas las rocas están compuestas por minerales, que en algún momento pueden pasar a conformar parte integral de un suelo en especial, aportando condiciones específicas como la fertilidad potencial, la forma del relieve y la pendiente, entre otras.

Como es bien sabido, los minerales constituyen más del 50% del volumen de muchos suelos, por lo tanto es necesario precisar sobre su definición e importancia. Un mineral entonces, se define como un sólido inorgánico que presenta una estructura interna ordenada y una composición química definida, las rocas son masas sólidas de minerales que componen la fase sólida del planeta (Tarbuck y Lutgens, 1999).

Aunque se han descubierto más de 2.000 minerales, sólo unos cuantos de ellos conforman las rocas de la corteza terrestre (Leet y Hudson, 1995). Se dice que del total de rocas, más del 90% están compuestas por silicatos, es decir, compuestos de silicio, oxígeno y uno o más metales.

Aquellos minerales originados bajo condiciones de formación de las rocas y que por ende hacen parte de ellas, se denominan **minerales primarios**. Los principales son los **silicatos**, aunque también se presentan **óxidos**, **hidróxidos**, **carbonatos**, **sulfatos**, **sulfuros**, **nitratos** y **fosfatos**, entre otros.

Es claro que no todos los minerales citados se alteran a la misma velocidad (Tabla 2). Este fenómeno depende de las condiciones en las que fueron formados y el ambiente al que posteriormente se someten, dicho tiempo de formación se conoce como la serie de reacción de Bowen, donde los primeros minerales en formarse son los olivitos y piroxenos, y los últimos, los feldespatos potásicos, la moscovita y el cuarzo, siendo más resistente al intemperismo los últimos que los primeros, razón por lo cual es tan común encontrar cuarzo como parte de las arenas del suelo.

La respuesta diferencial a su alteración, implica que durante la transformación y evolución del suelo éstos pueden tomar tres rutas a nivel general: 1. Que su transformación *in situ* ceda el paso a la creación de un mineral secundario y pasen a formar parte integral del suelo como tal (Jaramillo, 2002); 2. Que desaparezcan temporal o definitivamente del sistema, bien sea porque las plantas o los microorganismos los adquieren para sus funciones vitales; 3. Que se acumulen en puntos diferentes del lugar donde inició su transformación y entren de nuevo al ciclo geoquímico de las rocas ya discutido.

La composición química original de la roca puede ser heredada por el suelo y, en consecuencia, lograr ser parte de la reserva de nutrientes que las plantas pueden aprovechar, aunque es sano aclarar que esta condición no se puede asumir como absoluta, pues la misma dinámica que actúa sobre este cuerpo natural puede ocasionar que los componentes lleguen demasiado tarde para ser aprovechados, o por el contrario, se pierdan en períodos muy cortos de tiempo (González, 2011).

Es preciso recordar que la roca consolidada no es estrictamente el material parental del suelo. Las sales, las turbas, los depósitos de materiales distribuidos a lo largo de los bordes de las corrientes de agua, denominados depósitos aluviales, y los materiales piroclásticos (Materiales no consolidados, arrojados por actividades volcánicas) sueltos, constituyen también la base de su formación (Figuras 1, 2 y 3).

Mineral	Grupo	Aporte químico	Velocidad de alteración*
Actinolita	Anfíboles (Silicatos)	Si, Ca, Mg, Fe	Alta
Albita	Feldespatos (Silicato)	Si, Al, Na	Media
Anortita	Feldespatos (Silicato)	Si, Al, Ca	Media
Apatito	Apatito (Fosfatos)	Ca, F, Cl	Muy alta
Augita	Piroxenos (Silicatos)	Si, Ca, Mg, Fe, Al	Muy alta
Biotita	Micas (Silicatos)	Al, K, Mg, Fe	Media
Calcita	Calcita (Carbonatos)	Ca, CO ₃	Muy alta
Cuarzo	Silicato (Silicatos)	Si	Muy baja
Dolomita	Calcita (Carbonatos)	Ca, Mg, CO ₃	Muy alta
Hematita	Hematites (Óxidos)	Fe	Media
Moscovita	Micas (Silicatos)	K, Al, Si	Baja
Serpentina	Silicato (Mineral de alteración)	Mg, Si	Media
Talco	Silicato (Mineral de arcilla)	Mg, Si	Alta
Yeso	Sulfato hidratado (Sulfatos)	Ca, S	Alta

Tabla 2.

Composición mineralógica de los materiales parentales más representativos en Colombia.

* Basada en la tabla de reacción de Bowen (Cornelius, 1980).

Los materiales denominados **piroclastos** se clasifican según su diámetro en: Partículas denominadas **cenizas** cuando el diámetro es inferior a 2 mm, lapilli entre 2 y 64 mm y bombas y bloques a fragmentos con un diámetro superior de 64 mm (Gómez *et al.*, 1975).

en la parte superior de las vertientes y, en algunos sectores, en las estribaciones de las tres cordilleras. Para la zona cafetera en particular, hasta la década de 1990, se hablaba que cerca del 40% se encontraba en este tipo de suelos.

Los suelos cuyo origen son las cenizas volcánicas abarcan una extensión aproximada de 11,6% del área total cultivada en Colombia (Zapata, 2006), se localizan



Figura 1.

Suelos formados a partir de depósito aluvial.



Figura 2.

Suelos formados a partir de roca sedimentaria.



Figura 3.

Suelos formados a partir de piroclastos (La Unión - Nariño).

Otras áreas han desarrollado suelos a partir de los siguientes materiales:

- Cordillera Oriental: Hacia el sur, en el macizo Garzón, a partir de rocas ígneas y metamórficas. En el centro, Cáqueza, Guadalupe, Villeta, es común hallar amplias zonas con suelos originados a partir de materiales sedimentarios, mientras que al norte de esta cordillera, particularmente en Girón y el denominado Macizo Santander, los suelos se desarrollaron a partir de rocas sedimentarias y metamórficas, respectivamente.
- Cordillera Central: En el centro y sur, Antioquia y parte del Tolima, los suelos tienen un origen ígneo, mientras que hacia la parte norte de esta cordillera son abundantes los depósitos sedimentarios.
- Cordillera Occidental: Abundan capas de rocas sedimentarias intercaladas con materiales ígneos.
- Sierra Nevada: Suelos derivados de rocas ígneas y metamórficas.
- Llanos Orientales: Conformado en su gran mayoría por sedimentos procedentes de la cordillera Oriental.

El clima

Influye en la transformación del material parental, de los compuestos orgánicos y de los fertilizantes que ingresan al sistema (Jenny *et al.*, 1941), también en la manifestación del

color, en el pH, en el contenido de nutrientes y en la actividad microbiológica (Zech *et al.*, 1999; McCulley y Burke, 2004).

Tratándose del clima, es preciso hacer énfasis en los siguientes componentes:

Temperatura. Para Colombia, la temperatura del aire disminuye con la altitud, sin embargo, existen variaciones para una misma altura sobre el nivel del mar, dependiendo si las vertientes de las cordilleras se orientan hacia las grandes llanuras del país (Atlántica, Pacífica, Llanos Orientales) o hacia los valles interandinos (Flórez, 1986). Así, los gradientes de temperatura para la región Andina presentan valores de 0,61 °C por cada 100 m de altitud y la región Atlántica, Pacífica, la Orinoquía y la Amazonía entre 0,55 y 0,58 °C (Jaramillo, 2005).

La temperatura del suelo, que en algunas zonas cafeteras del país, generalmente es mayor a la temperatura ambiental alrededor de 1,3 °C (González *et al.*, 2009), juega un papel determinante en el aumento de la actividad de microorganismos (Lutzow *et al.*, 2006; Wild, 1992). Una mayor temperatura favorece que los materiales orgánicos que caen al suelo, pierdan humedad y se incremente la velocidad de descomposición y mineralización de la materia orgánica -MO- (González, 2008). Éstas son algunas de las razones por las cuales en áreas cálidas de la zona cafetera, los contenidos de MO tienden a ser inferiores respecto a la de los sitios con menor temperatura ambiental (Figura 4).

Es válido anotar que el fenómeno descrito no es consecuencia exclusiva del clima. El material parental y otros factores de formación sobre los cuales se hará énfasis en adelante, participan activamente y sin exclusión.

Precipitación y humedad. Otro de los componentes del clima de importancia es la precipitación, la cual tiende a incrementarse gradualmente hasta una altitud aproximada de 1.800 m. En la región Andina de Colombia, este comportamiento cambia tratándose de una vertiente u otra, pero en general, las máximas lluvias ocurren entre 1.300 y 1.500 m (Figura 5). De allí en adelante tienden a disminuir con la altitud (Jaramillo, 2005).

La anterior consideración permite establecer que el suelo es también un componente del ciclo hidrológico, debido a que en los bosques de niebla, que se encuentran situados en la franja altitudinal próxima al páramo, donde son menores tanto la pluviosidad como la radiación solar, el agua que ingresa a través de la lluvia es almacenada en el suelo y parte de ella se infiltra paulatinamente; esto explica en buena medida el por qué las fuentes de agua (Acuíferos, nacimientos y corrientes), que irrigan la parte media y baja de la vertiente, permanecen abastecidas del preciado líquido, aun en temporadas de sequía (González, 2011).

El relieve

El relieve hace referencia a las diferentes formas del terreno como montañas, colinas, cordilleras, valles, terrazas, abanicos y conos volcánicos, entre otros. Uno de los atributos más importantes del relieve es la pendiente, cuyos componentes más relevantes son el grado y la longitud. Con base en el grado, se distinguen los tipos de relieve que se presentan en la (Tabla 3).

De igual forma, se han establecido cuatro categorías según la longitud de la pendiente (Tabla 4).

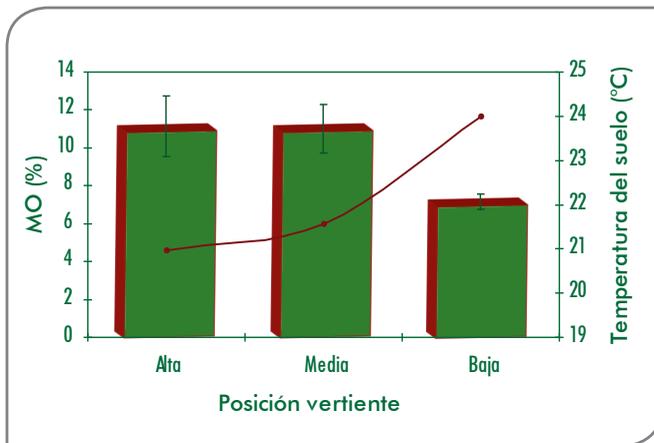


Figura 4.

Contenidos de MO en función de la altitud (Posición en la vertiente) y la temperatura del suelo que corresponde a la línea en la gráfica (González, 2012).

Consideraciones prácticas

En los ecosistemas cafeteros, particularmente lotes con altos contenidos de materia orgánica, es menor la probabilidad de hallar disturbios asociados con la carencia de agua como marchitez en las plantas, debido a que el agua que alcanza a almacenar el suelo durante las épocas de lluvia, en muchos casos es suficiente para abastecer al cultivo en temporadas secas, como la que se presenta durante un evento del Fenómeno de El Niño.

La pendiente afecta de manera variable el desarrollo genético del suelo y, por ende, sus características físicas y químicas (Dorronsoro, 2004).

Como es natural, las pérdidas de suelo ocasionan variaciones en el contenido de materia orgánica (MO) y espesor del horizonte A, en una misma la vertiente (Figura 6), fenómeno que se percibe aun a nivel de microcuena (González, 2012).

En general, en el pie de la vertiente puede haber acumulación de materiales orgánicos e inorgánicos provenientes de las partes altas, pero no siempre dicha

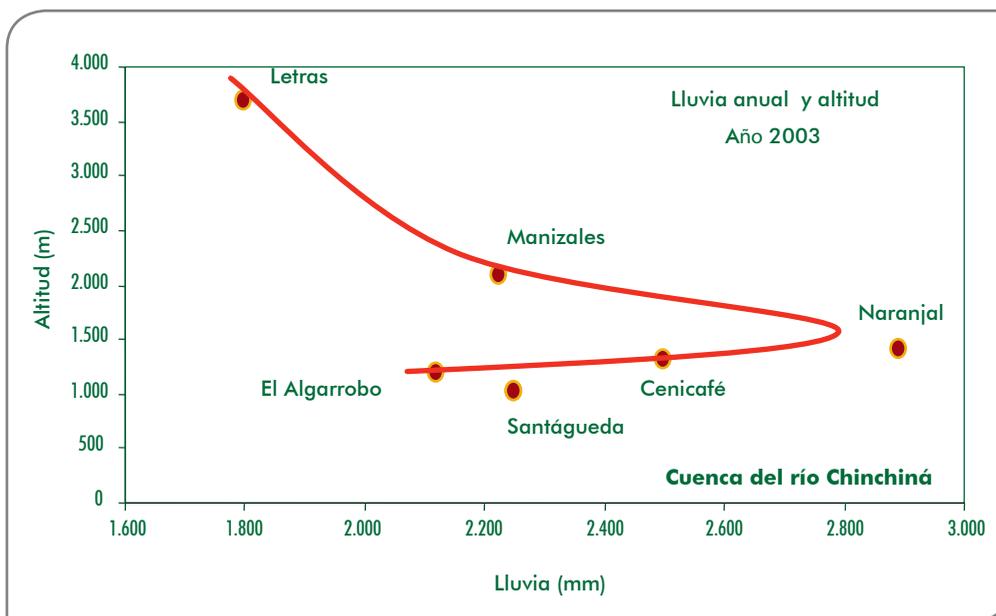


Figura 5.

Variaciones en la pluviosidad según la altitud, en una misma vertiente (Jaramillo, 2005).

Ángulo (Grados)	Porcentaje (%)	Clasificación
0 - 15	0% - 25%	Baja
15 - 30	25% - 60%	Media
30 - 45	60% - 100%	Alta
> 45	> 100%	Muy alta

Tabla 3.

Clasificación morfológica de la pendiente (Van Zuidam, 1989; en Van Westen, 1993).

Longitud (m)	Denominación
Menor de 50	Corta
50 - 150	Media
150 - 300	Larga
Mayor de 300	Muy larga

Tabla 4

Clases de pendientes según la longitud (IGAC, 1995)

acumulación se refleja en una ganancia en profundidad del horizonte A. Este fenómeno, discutido en función del clima, se presenta debido a que las partes bajas generalmente son más cálidas y, en consecuencia, la intensa actividad microbiológica no favorece el desarrollo de un horizonte superficial espeso (González et al., 2008).

Integrando conceptos

Interacción del clima con el relieve en el desarrollo de los suelos

Un ejemplo práctico de cómo los efectos del clima y el relieve al combinarse generan un tipo de suelos en particular, se ilustra a continuación (Figuras 7, 8, 9 y 10).

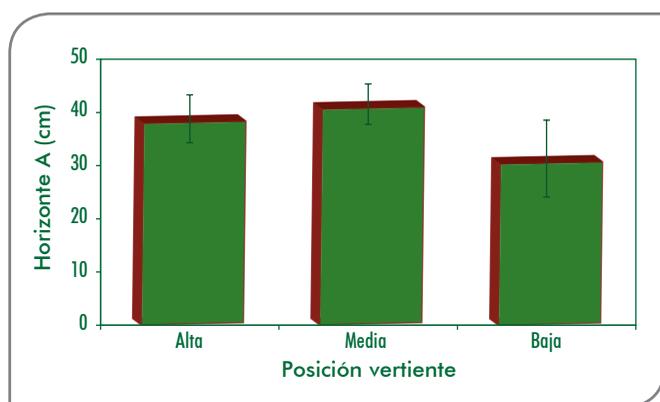


Figura 6.

Espesor del horizonte A en cafetales a lo largo de una vertiente (González, 2012). La posición se definió ubicando tres fracciones iguales en la vertiente a partir de la divisoria de aguas a escala de microcuenca (0%-33% parte alta, 33% a 66% intermedia y 66% en adelante, parte baja).

Consideraciones prácticas

Mientras más inclinada sea la vertiente mayor potencial de erosión presenta, debido a que este fenómeno se encuentra altamente influenciado por la gravedad. De esta forma, el agua que corre sobre el suelo tiende a remover las partículas originando erosión hídrica superficial, cuya acción reduce los contenidos de materia orgánica y el espesor de los horizontes superficiales; en consecuencia, los suelos son menos profundos, frágiles, más susceptibles a la erosión y pobres en nutrientes.

Las masas de aire provenientes del Pacífico chocan contra la vertiente occidental de la cordillera Occidental, y prácticamente descargan la mayor cantidad de lluvia en este sector. Como consecuencia, parte de las nubes al traspasar la montaña quedan menos saturadas y al movilizarse por la ladera opuesta, cañón del río Cauca, se calientan por compresión y dan lugar a una zona de menor pluviosidad y mayor temperatura para una misma altitud, fenómeno climático conocido como “Efecto Foehn” (Jaramillo, 2005).

Resultado de todo esto es la aparición de épocas de marcada sequía para la vertiente opuesta y una muy alta probabilidad de que sus suelos presenten un horizonte A con muy bajos contenidos de materia orgánica (González, 2009).

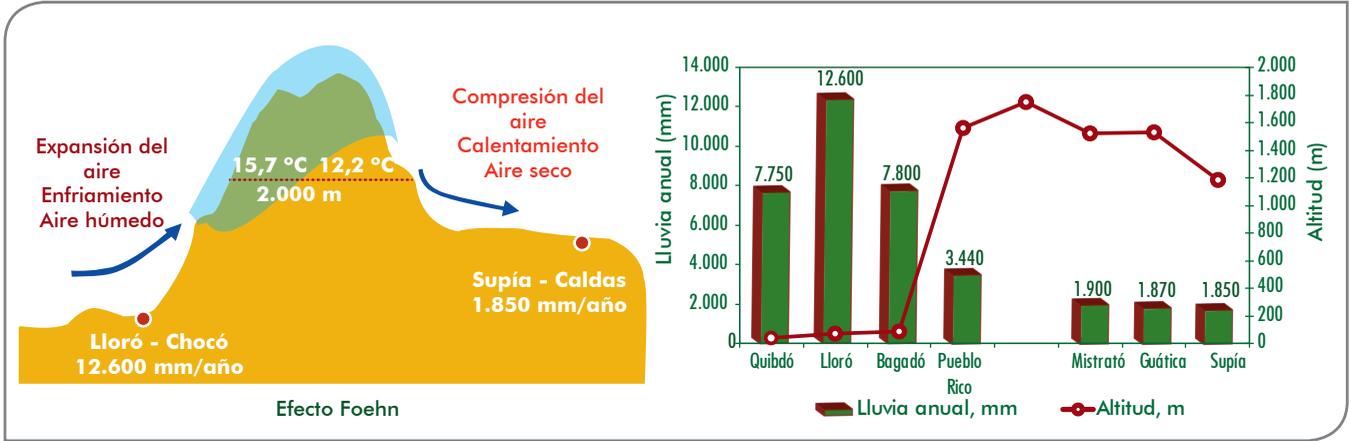


Figura 7.

Efecto Fohen, ilustrado para una misma altitud y dos vertientes opuestas entre Chocó y Caldas (Jaramillo, 2008).

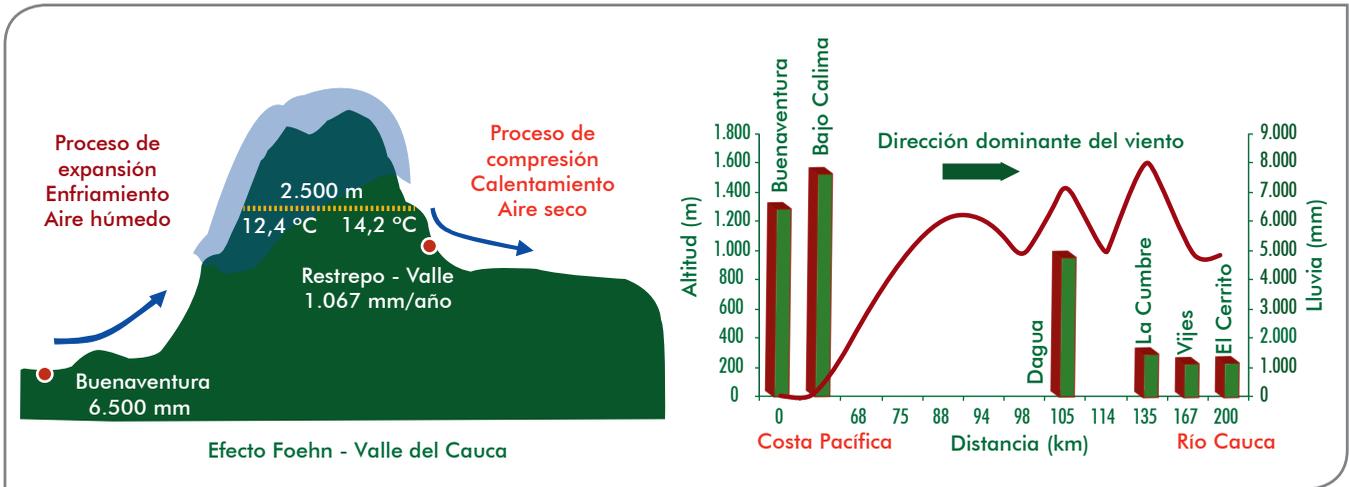


Figura 8.

Efecto Fohen, ilustrado para una misma altitud y dos vertientes opuestas entre Chocó y Valle del Cauca (Jaramillo, 2008).

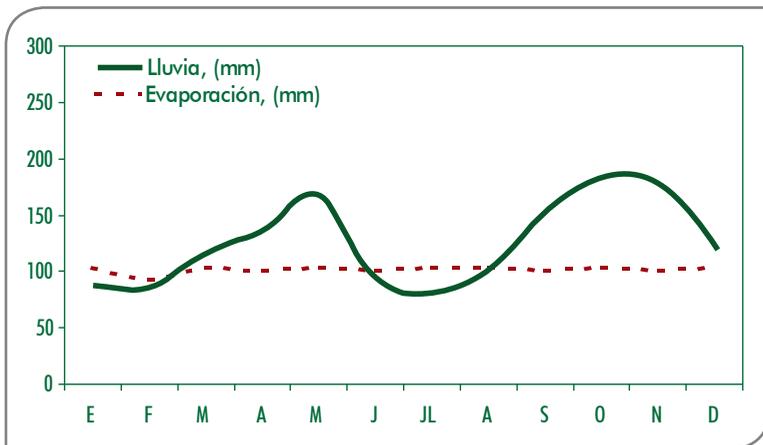


Figura 9.

Déficit de humedad en el suelo debido al Efecto Fohen.



Figura 10.

Imagen de satélite donde se ilustra el fenómeno del efecto Föhn en las regiones descritas.

Los organismos

El componente vivo del suelo involucra la vegetación, los grandes animales (Incluidos los seres humanos), los meso y microorganismos; todos participan desde su misma formación. Así, una de las primeras fases en el desarrollo de los suelos comienza cuando la vegetación se establece sobre el material parental. Los organismos que se allí se adhieren, por efecto de su metabolismo celular, secretan sustancias orgánicas que promueven la alteración de las rocas y minerales propiamente dichos, con la subsecuente liberación de los nutrimentos, los cuales potencialmente pueden ser absorbidos por las plantas o son nuevamente depositados en el sistema suelo, mediante el aporte y descomposición de sus subproductos (Hardy, 1970).

De esta manera, cuando hojas, tallos, flores, raíces y frutos, en cuya composición elemental se encuentran azúcares, carbohidratos, lignina, celulosa y otro tipo de compuestos orgánicos, ingresan al suelo, comienza una serie de transformaciones de tipo físico y químico, que son mediadas por el componente vivo allí establecido.

En este orden de ideas, artrópodos (Insectos), anélidos (Lombrices), nematodos, crustáceos y moluscos comienzan a fraccionar las grandes estructuras orgánicas, haciendo de éstas unidades más pequeñas, movilizándolas a diferentes profundidades. Al mismo tiempo, grupos de bacterias, actinomicetos, algas y hongos, referidos colectivamente como microflora, continúan con las transformaciones a



menor escala, generando así liberación de calor, de CO₂, de antibióticos, de metabolitos, de sustancias que controlan otras poblaciones de organismos (Fernández y Vega, 2001; Viteri *et al.*, 2002), además de distintos minerales potencialmente aprovechables (Osorio, 2005; Katiyar y Goel, 2003; Vera *et al.*, 2002; Reddy *et al.*, 2002).

Estrictamente hablando del grupo de los seres que engloba el concepto de microorganismos, en áreas cultivadas pueden hallarse poblaciones que fluctúan entre los cien mil hasta cien millones de individuos totales por gramo de suelo (Sylvia *et al.*, 1999), abarcando cerca de 18 mil especies (Marín, 2005). Tanto su cantidad como diversidad, puede variar en función de las condiciones de uso y manejo de los suelos, temperatura (MacDonald *et al.*, 1995), pH, contenido de materia orgánica, textura y diversidad de especies vegetales (MCulley y Burke, 2004).

Por lo mencionado anteriormente, puede decirse que:

- En el suelo hay una permanente competencia por espacio, oxígeno, nutrientes y humedad, condiciones que reafirman que se trata de un cuerpo natural, susceptible a los cambios que conduzcan a su formación, evolución o perecimiento.
- Existen elementos nutritivos que requieren de la estricta mediación del componente microbiológico del suelo para que puedan ser aprovechados por las raíces de las plantas, ellos son nitrógeno, fósforo y azufre.

El sombrío regula la cantidad de luz, amortigua los cambios bruscos de temperatura, protege el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia gracias al “colchón” de biomasa que se instala en la superficie y que posteriormente, ingresa al suelo para contribuir con

el mejoramiento de sus propiedades físicas y químicas. Un estudio desarrollado por Cardona y Sadeghian (2005), en ocho suelos de la zona cafetera de Colombia, demuestra cómo los árboles de guamo (*Inga spp.*) en asocio con café contribuyen a través del ciclaje de biomasa y de la acción de sus raíces, a incrementar el espacio poroso del suelo y lo convierten en un individuo sin limitaciones o impedimento para el desarrollo de las raíces, el anclaje de las plantas, la infiltración del agua y el flujo de aire requeridos para el funcionamiento del ecosistema.

La actividad humana contribuye a mejorar o deteriorar el recurso. En este orden de ideas, cuando en un lote se presenta un horizonte A incipiente, en términos de poco espesor, se recomienda que con adecuadas prácticas de cultivo, el ciclaje de hojas y ramas empiece a generar un horizonte orgánico, con el cual se mejoren algunas de las propiedades físicas como las mencionadas (González, 2012).

La aplicación de abonos puede cambiar las propiedades químicas y físicas del suelo (Díaz *et al.*, 2008; Sadeghian, 2003; González y Sadeghian, 2006), mientras que el arado y la mecanización intensiva también alcanzan a alterar sus características biológicas (Marín y Feijoo, 2007).

El tiempo

A nivel general, se admite que un suelo joven presenta un horizonte A ubicado directamente sobre el lecho rocoso o el material parental, y conforme avanza su evolución desarrolla dos, tres o más horizontes.

En la Figura 11, se presenta lo que puede considerarse una secuencia cronológica de la formación y evolución

Consideraciones prácticas

A escala de los grandes organismos, se ha demostrado que la instalación de especies arbóreas en asocio con los cultivos, además de proporcionar sombrío, contribuyen a conservar más eficientemente el agua, proteger el suelo de la erosión y aportar nutrimentos que provienen de la hojarasca (Sadeghian et al., 1998).

Correa (2005), en su revisión sobre los estudios de materia orgánica en Colombia, reporta que la cantidad de material orgánico que cae anualmente al suelo en plantaciones de café varía entre 4 y 13 toneladas por hectárea al año y contiene altas cantidades de N y K, principalmente. Cardona y Sadeghian (2005) estudiaron el mismo fenómeno y encontraron que el aporte de residuos orgánicos producidos por cafetales en asocio con guamo era cercano a las 11 t.ha-año⁻¹ y el aporte de N, P, Ca, Mg y Zn fue significativo; en contraposición, para siembras de café en monocultivo reportan aportes de material orgánico de 4,4 t.ha-año⁻¹.

en un suelo originado a partir de la misma roca (Material parental), pero en diferentes ambientes, en el departamento de Antioquia. El ejemplo no ilustra la secuencia para un perfil en particular, pues como se ha venido anotando, es muy difícil percibir estos cambios en cortos períodos de tiempo.

Un esquema que explica cómo con el transcurrir del tiempo la interacción del material parental, la temperatura y los organismos, en un relieve específico, permiten la manifestación de un tipo de suelos en especial, puede verse reflejado en los estudios González (2008), acerca del humus en la zona cafetera de Caldas. En este sentido, González (2008) discute cómo para algunos lotes de café situados en suelos de origen metamórfico y pendientes mayores al 100%, donde la temperatura ambiente promedio era de 22 °C, el aporte de biomasa proveniente de los árboles de sombrero que se encontraban en dichos lotes, por un período superior a los 10 años, alcanzaba a generar un horizonte A de menos de 0,1 m de espesor. Esto indica que en estas condiciones específicas, una década puede ser insuficiente para lograr el desarrollo de un suelo profundo.

Lo anterior deja entrever las transformaciones puntuales asociadas a las condiciones agroecológicas de una localidad determinada. De esta forma, el material parental se convierte en unidades cada vez más pequeñas por los factores ya discutidos, dando lugar a la fracción inorgánica del suelo en la que se distinguen, a nivel general, tres tipos de partículas clasificadas según su tamaño: **Arcillas** (<0,001 mm), **limos** (0,001-0,1 mm) y **arenas** (>0,1 mm), que debido a sus puntos químicos,

adhieren el agua, elementos químicos y otras moléculas del suelo. Durante estas transformaciones se liberan nutrientes potencialmente aprovechables por las raíces de las plantas o sustancias tóxicas, como es el caso de los denominados metales pesados, que ocasionan efectos nocivos tanto para los humanos como para el ecosistema en general. Un mecanismo análogo explica las rutas que toman los órganos de planta y animales que ingresan al suelo, de los cuales, una parte pasa como nutrientes para las plantas o los microorganismos, y otro tanto constituye la materia prima para la formación del humus, el cual exhibe también puntos eléctricamente activos (González *et al.*, 2008), que les facilita adherirse a las partículas inorgánicas del suelo.

La fracción orgánica e inorgánica del suelo y las sustancias resultantes, durante la formación de las mismas, se amalgaman y quedan sujetas a los procesos de formación, que no son más que agentes que imprimen huellas en el suelo y que definen particularidades en sus horizontes.

Procesos de formación de los suelos

A nivel general los procesos de formación de los suelos, se conocen como el conjunto de actividades o fenómenos en los cuales se presentan:

Adiciones

Como sistema, el suelo está sujeto a la entrada permanente de materiales de toda índole, como fragmentos de vegetación y de otros organismos vivos, así como sustancias y elementos químicos que ingresan

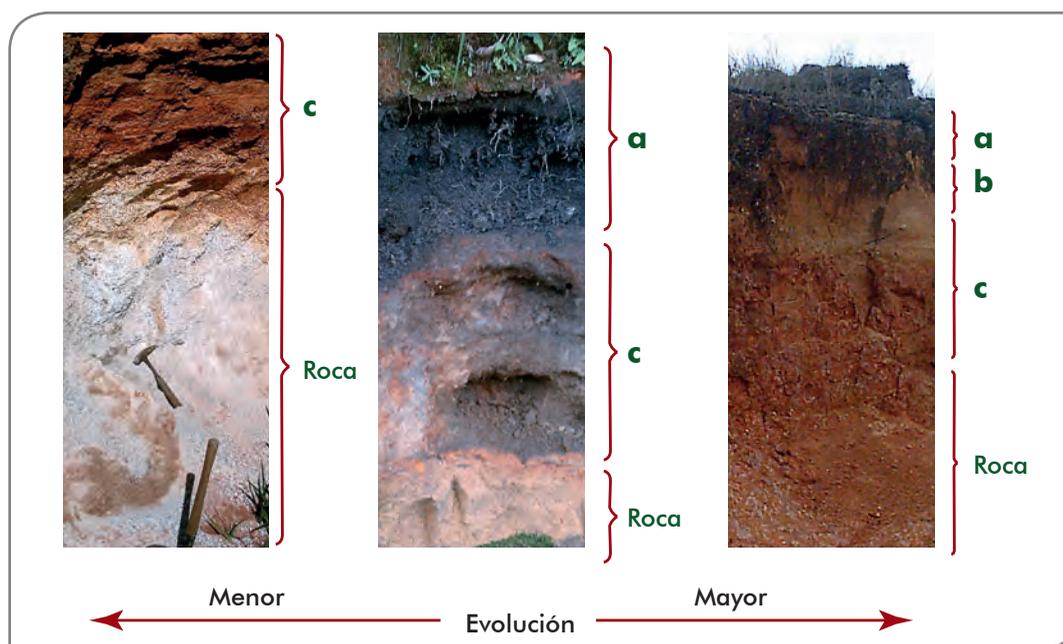


Figura 11.

Secuencia de la formación y evolución de un suelo (Tomado de González, 2010).

a través de los fertilizantes y enmiendas, entre otros, los cuales se consideran adiciones.

En un ambiente puede haber acumulación de mantillo, capote o compuestos orgánicos fraccionados, de diversas formas y tamaños, que están en vía de descomposición; este proceso identifica el horizonte O.

Transformaciones

Los componentes del suelo se alteran por acción mecánica (Rompimiento, fragmentación) o por procesos bioquímicos, resultantes del ciclo de vida de los microorganismos y las raíces de las plantas. Al mismo tiempo, estos cambios involucran un conjunto de reacciones que químicamente reciben el nombre de soluciones, hidrataciones, oxidación, reducción, carbonatación y la formación de ácidos (Ataque ácido) y bases.

Cuando en las transformaciones se encuentra involucrada la acción del componente vivo del suelo, los elementos contenidos en los tejidos orgánicos pasan a formar parte de la reserva de nutrimentos aprovechables por las plantas y los microorganismos, a lo que se denomina **mineralización**, y aquellos compuestos difíciles de transformar por la acción microbiana se cementan, conforman el humus y contribuyen con el proceso de **humificación** (González, 2009).

Otro tipo de transformaciones pueden detectarse a través de los siguientes indicadores:

- Una **progresiva oxidación del hierro (Fe)**, que da lugar a tonalidades rojizas en suelos bien aireados y drenados, son denominados **rubefacción y ferratización**;
- **La fusión del Fe oxidado con la materia orgánica da lugar al emparecimiento** (Suelos de color pardo) **y la fusión del humus con algunos compuestos inorgánicos del suelo permiten la melanización** (Suelos con tonalidades que tienden a negro oscuro).
- En **condiciones de encharcamiento** (Mal drenaje), se presenta el proceso de **gleyzación** el cual hace referencia a la reducción química del Fe, cuya manifestación deja en el suelo unas huellas o parches de color gris - azul.

Algunos ejemplos se ilustran en Figuras 12 y 13.

Desde el punto de vista físico hay transformaciones como **el endurecimiento y pérdida del espacio poroso del suelo**, como el que se presenta en praderas con pastoreo intensivo, o en suelos que han perdido la materia orgánica. Pero también se da el efecto contrario que se denomina **“esponjamiento”**, cuando al sistema ingresa materia

orgánica que con el tiempo mejora la condición física del suelo.

Translocaciones

El término hace alusión al movimiento de partículas que se presenta entre los horizontes a través de un medio que por excelencia es el agua. Se distinguen movimientos de partículas muy pequeñas del componente inorgánico, como las arcillas (Eluviación), hacia horizontes subsuperficiales.

Cuando este proceso contribuye a movilizar verticalmente algunos iones del suelo encapsulados por los ácidos orgánicos presentes en la materia orgánica, se denomina **podsolización** (Espodos, que significa color de ceniza de madera); aunque es preciso recordar que el fenómeno no es del todo frecuente en nuestra zona cafetera, pues para su manifestación requiere de una vegetación que haga un aporte significativo de materiales orgánicos, baja temperatura para la acumulación de materia orgánica y una significativa precipitación que empuje el complejo de iones y ácidos orgánicos en profundidad.

Los excesos de lluvia ocasionan reducciones del pH, por lo tanto, el suelo se torna muy ácido (pH inferior a 4,5) y los ácidos orgánicos de la materia orgánica que tiene cargas eléctricas negativas, envuelven o encapsulan elementos como el Fe, Mn y Al, formando compuestos coordinados que se mueven a las instancias inferiores del perfil (González et al., 2009).

El esquema general de este fenómeno se ilustra en la Figura 14, que corresponde a un suelo del municipio de Santa Rosa de Osos, en Antioquia.

El agua que se filtra también puede mover otros iones hacia los horizontes más profundos del suelo o viceversa (**Lavado y desbasificación**), o por el contrario, cuando la evaporación supera los niveles de precipitación. Bajo esta última circunstancia, la superficie del terreno se satura con sales (**Salinización**), que con el tiempo forman costras a nivel superficial (**Acumulación de yeso y carbonatos**). Además, es frecuente en terrenos con superficies cóncavas, debido a la posibilidad de que el agua se estanque por largos períodos de tiempo.

Algunas arcillas del suelo se expanden en épocas de lluvia y se contraen cuando pierden la humedad, las grietas resultantes de este proceso se van rellenando con diversos materiales, que al cabo del tiempo, resultan mezclándose una vez que las arcillas vuelven a incrementar su volumen cuando se humedecen. Este fenómeno es crítico en la medida que el horizonte en cuestión esté próximo a la zona de raíces del cultivo,

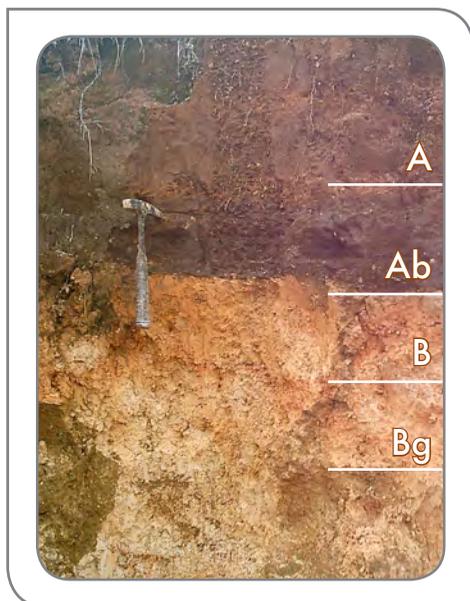


Figura 12.

Procesos de melanización (Horizonte A) y gleyización (Horizonte gris).



Figura 13.

Procesos de empardecimiento (Horizonte A) y rubefacción (Horizonte B).



Figura 14.

Ejemplo de podsolización en un suelo de Santa Rosa de Osos, Antioquia.

bien sea porque el exceso de humedad pudre o la carencia rompe estos órganos de la planta. Un ejemplo de ello se presenta en la sectores de la zona cafetera de Caldas, Valle del Cauca y Risaralda, donde aflora la unidad Malabar, que posee un horizonte B con estas características (Figura 15), fenómeno descrito por González y Salamanca (2008).

Pérdidas

Ocurren cuando los materiales salen del sistema. El proceso puede ser percibido visualmente ante manifestaciones tales como los movimientos en masa y remoción de suelos para la cimentación de obras (Figura 16).

Las pérdidas pueden ser evidenciadas a partir de indicadores químicos como el análisis de suelos, que establecen si del suelo se han perdido los minerales por efectos de lixiviación o por agotamiento, en el caso que las plantas lo requieran.

La migración de materiales entre horizontes del suelo por cuenta de artrópodos, anélidos, arácnidos y el movimiento de iones desde las partes inferiores hacia el horizonte superficial, durante el ciclaje de nutrientes ejercido por la vegetación, constituyen otra modalidad de pérdidas.

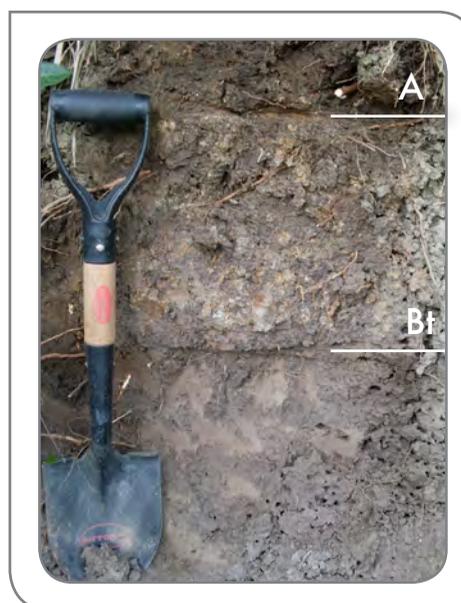


Figura 15.

Unidad de suelos Malabar.

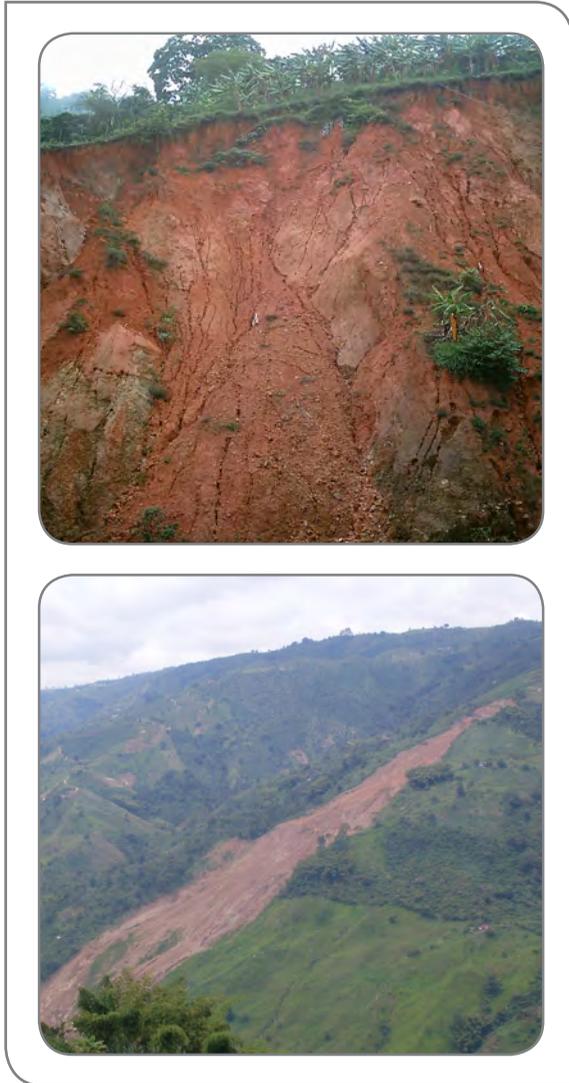


Figura 16.

Pérdidas del horizonte superficial en suelos de Santa Fe de Antioquia y Fresno (Tolima).

El perfil del suelo

Los factores y procesos de formación del suelo dejan unas marcas en éste, a través de unas franjas más o menos paralelas a la superficie del suelo que constituyen sus **horizontes**. El conjunto de horizontes se denomina perfil del suelo, y es a través de su estudio que puede comprenderse su génesis, evolución y las opciones más acertadas para su aprovechamiento, uso racional y su conservación.

Los horizontes maestros se denotan con las letras mayúsculas O - A - E - B - C - R.

Las letras minúsculas que acompañan esta nomenclatura (Subíndices) hacen referencia al proceso específico que se presenta (Figura 17).

El significado de algunos subíndices se relaciona a continuación:

- a. Materia orgánica muy descompuesta
- b. Horizonte A sepultado
- c. Nódulos de Fe
- d. Indica resistencia física a la penetración de las raíces por causas antrópicas
- e. Materia orgánica en mediano estado de descomposición
- f. Suelo que permanece congelado
- g. Horizonte gleyzado
- h. Acumulación de materia orgánica como en el caso de los espodosoles
- i. Materia orgánica en estado inicial de descomposición
- k. Acumulación de carbonatos
- m. Endurecimiento por minerales
- p. Suelo arado o cultivado
- r. Roca suelta
- w. Horizonte de alteración
- y. Acumulación de yeso
- z. Acumulación de otras sales más solubles al yeso

De acuerdo con las definiciones anteriores, los suelos pueden ser agrupados por características en común. La FAO y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) han implementado un sistema de clasificación que tiene dentro de sus objetivos identificar las limitaciones y potencialidades de este recurso natural. Dicha herramienta ha sido fundamental para la valoración de tierras, planes de ordenamiento territorial y la delimitación de áreas para la conservación y comercialización de servicios ambientales.

La Figura 18 presenta las jerarquías contempladas en los sistemas de clasificación descritos (SSS, 2003) y de manera general, su significado. El nivel de detalle aumenta conforme se baja en la pirámide, siendo la más general la categoría de orden, mientras que la de familia y serie son las categorías que definen características más específicas para una localidad en particular. En tal sentido, designar un suelo a nivel de **orden**, puede tener un amplio significado para suelos como los Andisoles, los cuales se caracterizan porque su material parental son cenizas volcánicas y, por lo general, aparte de sus altos contenidos de materia orgánica, poseen magníficas condiciones físicas para el cultivo del café, mientras que para un suelo denominado



Figura 17.

Nomenclatura que expresa en un perfil del suelo sus horizontes maestros y procesos específicos.

Alfisol, se puede inferir la presencia de un horizonte que impide la penetración de las raíces. Contrario a esto, la designación en la misma jerarquía de Ultisol, Entisol o Inceptisol, puede no tener mucha relevancia, si antes no se descarta la posibilidad de que tengan características como las de los órdenes Histosol, Espodosol o los inicialmente mencionados (González, 2010).

A continuación se presenta cómo esta herramienta ha servido en el Gremio Cafetero del país (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - FNC), para la toma de decisiones en torno a los temas agronómicos, sociales y económicos, asociados al cultivo del café (FNC, 1990).

Consideraciones prácticas

Se hace conveniente advertir que, avanzar en la escala de detalle implica la inversión adicional de equipos, recursos y personal calificado. Adicionalmente, la idea no es describir por completo en qué consisten estas jerarquías pero sí dar ejemplos, de cómo mediante su utilización se han diferenciado algunos suelos en Colombia, particularmente en la región cafetera.

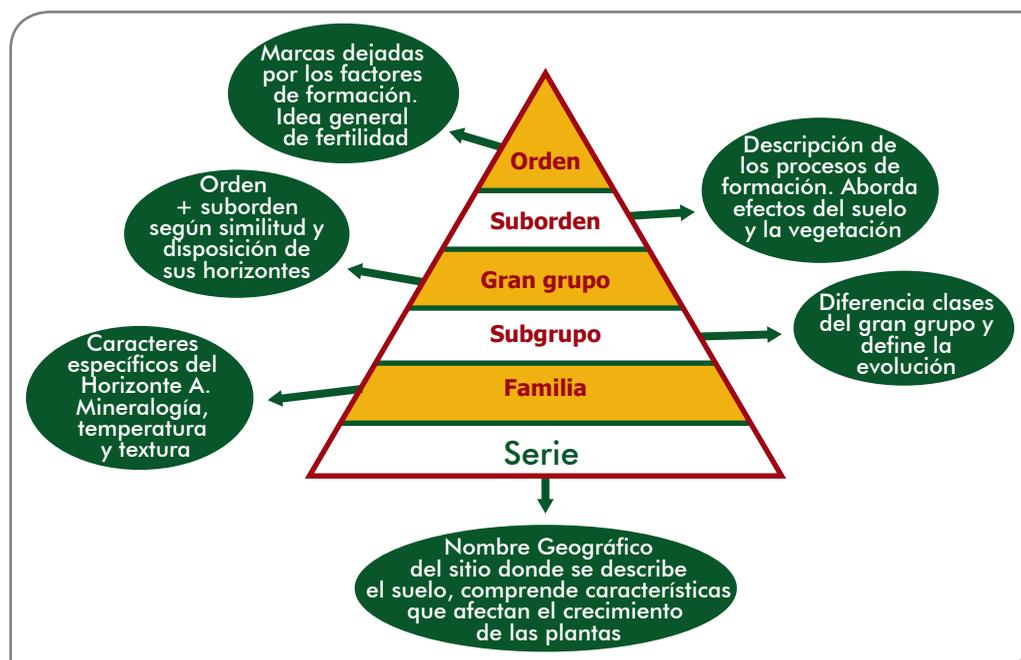


Figura 18.

Aproximación al significado de las jerarquías contempladas en los sistemas de clasificación descriptos (González, 2012).

Suelos de la zona cafetera

La región cafetera de Colombia está dividida en 86 ecotopos, los cuales están delimitados geográficamente por ríos o altitudes, y fueron mapeados a una escala regional de 1:100.000, lo que significa que dicha zonificación da claridad para rasgos con una longitud mayor a 1.000 m (1 km). El estudio de Ecotopos Cafeteros cuenta, entre otros, con la descripción del tipo de suelos, que en total suman 87 unidades, aproximadamente, que por la escala de levantamiento (1:100.000) es muy común encontrar que se representen en términos de consociación o asociación, lo que significa que en ese lugar se ubica más de un tipo de suelo, que por el detalle de la escala no es posible separar. Dichas unidades se entrecruzan en la horizontal y no en la vertical, es decir, no se presenta una unidad de suelo sobre la otra, como sí ocurre con los cuerpos geológicos.

De las 87 unidades edáficas descritas en el estudio de ecotopos (Tabla 5), el 13% son representativas a nivel regional, es decir, están presentes en tres o más departamentos, entre ellas las más destacadas son Chinchiná, por haber sido reportada en nueve departamentos, la unidad Doscientos reportada en seis departamentos, y las unidades Tablazo y Guadalupe reportadas en cinco departamentos; mientras que el 54% de las unidades son de interés local, es decir, están presentes solamente en un departamento, como es el caso de las unidades Quindío, Venecia y San Simón, entre otras.

La descripción de cada una de las unidades de suelos, al igual que los municipios donde se presentan, se resume en la Tabla 6, la cual además de contener las unidades de suelo incluye material parental, profundidad, condiciones físicas, fertilidad natural y potencial, pendiente del terreno, susceptibilidad a la erosión hídrica y las observaciones más relevantes. Dicha tabla fue construida con la información presentada por Gómez *et al.* (1991), quienes indican que la signatura de los Ecotopos Cafeteros está conformada por tres números que representan las tres cordilleras y la Sierra Nevada de Santa Marta, y en la mayoría de los casos una letra, sea la A para la vertiente occidental o la B para la oriental.

A continuación se desglosa el significado de lo que consigna en la Tabla 6:

Material parental. Aspecto discutido anteriormente.

Profundidad efectiva. Existen varias categorías de clasificación, entre las más conocidas se tienen las definidas por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) y la FAO (Organización de las Naciones

La Federación Nacional de Cafeteros, a través del programa de Desarrollo y Diversificación, realizó estudios sistematizados en los cuales recopiló información relacionada con aspectos climáticos, características geológicas, físicas y químicas de los diferentes suelos y el uso adecuado de éstos. Los estudios de “Zonificación y uso potencial del suelo” tenían como propósito delimitar la zona cafetera óptima y determinar su vocación de uso y manejo, con el fin de incrementar la productividad agrícola y ofrecer alternativas de agroindustria.

Al principio, se realizaron observaciones a escala departamental, posteriormente conscientes de que existían zonas con similitud en sus condiciones predominantes de clima, suelo y relieve, en las cuales se obtiene una respuesta biológica similar del cultivo del café, se hizo una reagrupación en lo que actualmente se denomina “Ecotopos Cafeteros”.

Los Ecotopos Cafeteros contemplan también la delimitación e identificación de suelos con un perfil semejante y se asocian en lo que se conoce como unidades cartográficas de suelos. Cada unidad de suelos cuenta además con la descripción física y química de al menos un perfil característico, a partir del cual puede generarse una aproximación para su posible uso potencial (González y Salamanca, 2008; González, 2008; González, 2010).

Unidas para la Agricultura), establecidas según criterios para el manejo de diversos cultivos. Para café se pueden tomar como:

- Suelos superficiales aquellos con espesor de 10 cm
- Suelos con profundidad media aquellos con espesor mayor a 10 cm y menor a 30 cm
- Suelos profundos con espesor mayor a 30 cm

Dicha clasificación se puede basar en que la raíz pivotante del café alcanza más de 30 cm de profundidad, lo que indica que un suelo con una profundidad efectiva inferior a los 10 cm no es capaz de proporcionar todos los requerimientos a las raíces, debido a que cerca

Unidad de Suelo	Departamentos donde ha sido se reportada
Amagá	Antioquia
Armenia	Antioquia
Balboa	Risaralda, Valle del Cauca, Cauca y Nariño
Cajibío	Cauca
Cantarranas	Santander
Cartagenita	Norte de Santander
Cascarero	Valle del cauca y Quindío
Catarina	Risaralda, Valle del Cauca y Chocó
Chanchón	Santander
Chinchiná	Antioquia, Caldas, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca
Chuscal	Caldas y Risaralda
Cínera	Santander y Norte de Santander
Cincho	Boyacá y Santander
Colón	Tolima
Combeima	Tolima
Doña Juana	Nariño
Doscientos	Antioquia, Caldas, Cauca, Nariño, Risaralda y Valle del Cauca
Dovio	Valle del Cauca
El Peñol	Antioquia
El Recreo	Huila
El Rosario	Cauca y Huila
Fondesa	Valle del Cauca
Fresno	Caldas y Tolima
Garzón	Huila
Génova	Valle del Cauca y Quindío
Guadalupe	Boyacá, Cundinamarca, Huila, Santander y Tolima
Guaduas	Cundinamarca y Tolima
Gualí	Caldas y Tolima
Isnos	Huila
Junín	Tolima
La Espiga	Tolima y Huila
La Estrella	Valle del Cauca
La Laguna	Norte de Santander
La Laja	Boyacá
La Loma	Nariño

Tabla 5.

Unidades de suelo con los departamentos donde han sido reportadas en Colombia.

Continúa...

...continuación

Unidad de Suelo	Departamentos donde ha sido se reportada
La Mutis	Norte de Santander
La Victoria	Santander y Norte de Santander
Lengupá	Boyacá
Líbano	Tolima
Llana Fría	Santander
Llano de Palmas	Boyacá, Cundinamarca y Santander
Malabar	Quindío, Risaralda y Valle del Cauca
Mayo	Nariño
Mendarco	Tolima
Miraflores	Boyacá y Santander
Mondomo	Cauca
Montenegro	Quindío y Valle del Cauca
Monterredondo	Cauca y Valle del Cauca
Mortiño	Huila
Norte	Cesar y Norte de Santander
Oiba	Boyacá y Santander
Oriente	Antioquia
Paujil	Santander y Norte de Santander
Pensilvania	Caldas y Tolima
Piendamó	Cauca y Valle del Cauca
Pubenza	Cauca
Puracé	Cauca y Nariño
Quiña	Nariño
Quindío	Quindío
Río Manso	Caldas y Tolima
Rionegro	Santander
Ropero	Boyacá, Cundinamarca y Santander
Saladoblanco	Cauca y Huila
Salgar	Antioquia
Salinas	Antioquia
San Agustín	Huila
San Simón	Cauca, Tolima y Huila
Sandoná	Nariño
Santa Cruz	Norte de Santander y Santander

Continúa...

...continuación

Unidad de Suelo	Departamentos donde ha sido se reportada
Sargento	Cundinamarca
Seguengue	Cauca
Siberia	Huila
Socorro	Cauca y Huila
Sucre	Cauca
Suroeste	Antioquia
Tablazo	Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca
Tacueyó	Cauca
Tambillo	Nariño
Tambo	Nariño
Tareas	Caldas y Risaralda
Timbío	Cauca y Nariño
Titiribí	Antioquia
Togüi	Boyacá y Santander
Venecia	Antioquia
Vergel	Nariño
Villapaz	Norte de Santander y Santander
Villeta	Boyacá, Cundinamarca y Santander

del 52,3% de las raíces absorbentes y un 47,5% de las totales del café se ubican en los primeros 10 cm, y a los 30 cm un 86,0% de las absorbentes y 89,9% de las totales (Arcila, 2007). Arcila (1992) describe como las condiciones físicas más importantes para el desarrollo de las raíces la textura (Proporción de arena, limo y arcilla), la estructura (Forma de agrupación de las partículas y distribución del espacio poroso) y la densidad aparente; condiciones que son drásticamente más favorables en horizontes efectivos.

Fertilidad natural. Se refiere a la fertilidad actual del suelo, la cual se considera baja si los contenidos de MO, P, Ca, Mg y K, por ejemplo, se encuentran en un nivel inferior a los del requerimiento del cultivo y viceversa.

Fertilidad potencial o futura. Hace alusión a los nutrientes que pueden ser aportados por los minerales del suelo.

Pendiente del terreno. Hace referencia a la inclinación con respecto a la horizontal. Para el cultivo del café, se considera una pendiente baja aquella con inclinación menor al 25%, pendiente media entre 25% y 60%, pendiente alta entre 60% y 100% y pendiente muy alta mayor a 100%.

Susceptibilidad a la erosión. Indica cuán sensible es el suelo a los procesos erosivos, siendo la lluvia el principal agente detonante para la región cafetera colombiana. Es decir, para que se presente erosión en un suelo de “susceptibilidad baja” los niveles de precipitación deben estar por encima del promedio histórico; una “susceptibilidad moderada” indica que si los niveles de precipitación aumentan sobre los registros históricos se dará erosión y la “susceptibilidad alta” muestra que con un pequeño aumento en la precipitación los procesos de erosión serán inminentes.

Como ejemplo de la utilización de las Tablas 6 y 7, se toma el caso del municipio de Paimé, Cundinamarca.

De acuerdo con la información anterior, el municipio de Paimé, Cundinamarca se ubica en el **Ecotopo 310 A**, que indica que está ubicado en el flanco occidental (Letra A) de la cordillera Oriental (3), con una **precipitación anual de 1.900 a 2.400 mm. La unidad de suelo correspondiente es la Unidad Villeta**, cuyo símbolo cartográfico es VI y el **material parental son lutitas**, que como se mencionó anteriormente son rocas de tipo sedimentario.

Tabla 6.

Unidades de suelos más representativas de la zona cafetera colombiana.

Unidad de suelo	Material parental	Profundidad	Fertilidad natural	Fertilidad potencial	Pendiente	Susceptibilidad a la erosión	Observaciones
Amagá	Diorita	Media a profundo	Variable	Media a baja	Media a muy alta	Alta	
Armenia	Esquistos	Profundo	Variable	Variable	Alta a muy alta	Alta	
Balboa	Diabasa	Media a profundo	Variable	Baja	Alta a muy alta	Baja a moderada	Cascajoso
Cajibío	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Baja a media	Baja	
Cantarranas	Chert	Superficial a profundo	Media	Baja	Media	Moderada a alta	
Cartagenita	Arenisca de grano fino	Superficial	Baja	Variable	Baja a alta	Alta	Arcilloso, cascajoso, con pedregosidad sobre y a través del perfil
Cascarero	Esquisto micáceo	Media	Media	Variable entre media y baja	Alta a muy alta	Alta	
Catarina	Esquistos	Profundo a superficial	Media a alta	Variable	Alta a muy alta	Moderada a alta	
Chanchón	Areniscas ferruginosas	Superficial a media	Baja	Alta	Baja a media	Alta	Arcillosos, pedregosos, con poca retención de humedad, escasa MO. pH entre 4,5 y 7,5. En algunos sectores la pendiente es muy alta
Chinchiná	Ceniza volcánica	Profundo	Baja	Baja	Media a alta	Baja	
Chuscal	Anfibolita	Superficial a media	Variable	Alta	Alta a muy alta	Alta	Cascajoso
Cincho	Calizas	Superficial	Baja a media	Baja	Media a muy alta	Alta	
Cínera	Esquisto muscovítico - Gneiss biotítico	Superficial a media	Baja	Baja	Alta a muy alta	Alta	Arenoso, cascajoso. Bajo contenido de materia orgánica
Colón	Sienita hornbléndica	Superficial a profundo	Baja a media	Alta	Media a alta	Moderada a alta	
Combeima	Filita	Superficial	Baja a media	Variable	Media a alta	Alta	
Doña Juana	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Media	Moderada	
Doscientos	Basalto	Superficial a media	Baja a media	Alta	Media a alta	Moderada a alta	
Dovio	Diabasa	Superficial a profundo	Baja a media	Alta	Baja a media	Moderada a alta	

Continúa...

...continuación

Unidad de suelo	Material parental	Profundidad	Fertilidad natural	Fertilidad potencial	Pendiente	Susceptibilidad a la erosión	Observaciones
El peñol	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Baja a media	Moderada	
El Recreo	Gneiss margoso	Media	Baja a media	Baja	Alta a muy alta	Alta	Franco arcilloso a arcilloso, cascajoso
El Rosario	Ceniza volcánica	Profundo	Baja	Baja	Media	Baja a moderada	
Fondesa	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Alta a muy alta	Moderada a alta	
Fresno	Ceniza volcánica	Profundo	Baja	Baja	Media	Baja	
Garzón	Gneiss muscovítico	Media	Baja a media	Baja	Alta a muy alta	Alta	
Génova	Esquisto serpentiítico	Media	Media	Alta	Alta a muy alta	Alta	
Guadalupe	Arenisca	Superficial a media	Baja a media	Variable	Baja a alta	Moderada a alta	Cascajosa, con pedregosidad en todo el perfil. Contenido de MO de medio a bajo y pH de 4,5 a 5,0
Guaduas	Areniscas y arcillolitas	Superficial a profundo	Variable	Variable	Baja a muy alta	Alta	
Gualí	Esquistos	Superficial a profundo	Media	Variable	Alta a muy alta	Alta	Cascajoso, buena permeabilidad
Isnos	Andesita horbléndica	Profundo a media	Media	Media	Media a muy alta	Alta	
Junín	Granito biotítico	Superficial a profundo	Baja a media	Media	Media a alta	Moderada a alta	
La Espiga	Granito cuarcífero	Superficial a media	Baja a media	Baja	Baja a alta	Moderada a alta	
La Estrella	Areniscas y conglomerados	Superficial a media	Media	Variable	Alta a muy alta	Alta	
La Laguna	Pizarras	Superficial	Baja	Variable	Media a alta	Alta	Arcilloso, cascajoso, con pedregosidad sobre y a través del perfil
La Laja	Calizas	Superficial a media	Baja	Baja	Media a alta	Alta	
La Loma	Areniscas olivínicas	Superficial	Variable	Muy alta	Media	Alta	
La Mutis	Arenisca	Superficial	Variable	Variable	Baja a media	Alta	Arcilloso, pedregosidad sobre y a través del perfil, baja retención de humedad, bajo contenido de MO
La Victoria	Gneiss muscovítico	Superficial a profundo	Baja	Baja	Alta a muy alta	Alta	

Continúa...

...continuación

Unidad de suelo	Material parental	Profundidad	Fertilidad natural	Fertilidad potencial	Pendiente	Susceptibilidad a la erosión	Observaciones
Lengupá	Lutitas	Superficial a profundo	Variable	Baja	Baja a alta	Moderada	Franco arcilloso, en ladera arcilloso con cascajo. Escaso contenido de MO
Líbano	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Media	Baja	
Llana Fría	Areniscas	Superficial a profundo	Media	Variable	Media	Moderada a alta	Alto contenido de MO. Pendiente muy alta en algunos sectores
Llano de Palmas	Areniscas	Superficial a profundo	Baja a media	Variable	Media a alta	Alta	Franco a arcilloso, pH entre 5,0 y 6,0. Contenido medio de materia orgánica
Malabar	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Variable	Baja	Baja a media	Moderada a alta	Presenta horizonte arcilloso que afecta el drenaje interno
Mayo	Toba andesítica	Superficial	Media	Media	Baja a alta	Alta	Bajo contenido de MO
Mendarco	Arenisca y arcillolitas	Superficial a profundo	Baja	Variable	Media a alta	Alta	
Miraflores	Areniscas de grano medio y ceniza volcánica	Superficial a media	Variable	Baja	Baja a muy alta	Alta	
Mondomo	Basalto	Media	Media	Alta	Media a alta	Alta	Algunos sectores con pendiente muy alta
Montenegro	Ceniza volcánica	Profundo	Baja a media	Baja	Baja a alta	Alta	
Mortiño	Basalto	Profundo	Media	Alta	Media a muy alta	Alta	
Norte	Granito feldespático	Superficial a media	Variable	Baja	Alta a muy alta	Alta	Arenoso, cascajoso. Bajo contenido de materia orgánica
Oriente	Granodiorita biotítica	Media a profundo	Variable	Media	Media a muy alta	Alta	Franco arcilloso, presenta pedregosidad
Paujil	Gneiss biotítico	Superficial a profundo	Baja	Media	Alta a muy alta	Alta	
Pensilvania	Esquistos	Superficial a profundo	Media	Variable	Alta a muy alta	Alta	Cascajoso, buena permeabilidad
Piendamó	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Media a alta	Moderada	Franco arcilloso
Pubenza	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Baja a media	Baja	
Puracé	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja a media	Baja	Baja a media	Moderada a alta	Franco arcilloso, presencia de alta pedregosidad a través del perfil
Quindío	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja a media	Baja	Baja a media	Alta	

Continúa...

...continuación

Unidad de suelo	Material parental	Profundidad	Fertilidad natural	Fertilidad potencial	Pendiente	Susceptibilidad a la erosión	Observaciones
Quiña	Esquisto muscovítico	Superficial	Media	Baja	Media a alta	Alta	
Río Manso	Esquistos	Superficial a profundo	Media	Variable	Alta a muy alta	Alta	Cascajoso, buena permeabilidad
Rionegro	Limolitas y arcillolitas	Media	Media	Variable	Baja a media	Alta	Arcilloso a arenoso
Ropero	Lutitas	Superficial a media	Baja a media	Baja	Media a muy alta	Alta	Cascajoso con pedregosidad sobre y a través del perfil. pH superior a 7,0. Poca retención de humedad, escasa MO
Saladoblanco	Toba volcánica	Superficial a profundo	Variable	Baja	Media a alta	Moderada	Limitante aptitud cafetera
Salgar	Pizarras	Superficial a profundo	Variable	Variable	Media	Moderada a alta	Cascajoso
Salinas	Cuarzodiorita	Media	Variable	Baja	Media	Alta	
San Agustín	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Media	Alta	pH de 5,0 a 5,5
San Simón	Granito biotítico	Superficial	Baja a media	Media	Media a alta	Alta	Cascajoso
Sandoná	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Baja a alta	Moderada	
Santa Cruz	Cuarzodiorita	Superficial a profundo	Baja		Alta a muy alta	Alta	Arenosos, con presencia de cascajo.
Sargento	Areniscas, arcillolitas y conglomerados	Superficial a profundo	Baja	Variable	Media a muy alta	Moderada a alta	Arcillosos, cascajosos, con presencia de pedregosidad sobre y a través del perfil. Muy baja presencia de MO. pH entre 6,0 y 7,0
Seguengue	Cuerpos sedimentarios	Media	Variable	Variable	Alta	Alta	
Siberia	Andesita Ortosica	Media	Variable	Media	Alta a muy alta	Alta	
Socorro	Ceniza volcánica	Profundo	Baja	Baja	Media	Baja a moderada	
Sucre	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Baja a alta	Baja	
Suroeste	Aglomerado	Media a profundo	Variable	Variable	Baja a alta	Alta	
Tablazo	Esquisto talcoso	Superficial a media	Variable	Alta	Alta a muy alta	Alta	Cascajoso
Tacueyó	Esquisto muscovítico	Superficial a media	Baja a alta	Baja	Alta	Alta	Franco arcilloso, cascajoso
Tambillo	Andesita	Superficial	Variable	Media a baja	Media	Alta	

Continúa...

...continuación

Unidad de suelo	Material parental	Profundidad	Fertilidad natural	Fertilidad potencial	Pendiente	Susceptibilidad a la erosión	Observaciones
Tambo	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Baja a alta	Moderada	
Tareas	Areniscas	Superficial a media	Media	Alta	Alta a muy alta	Alta	Cascajoso
Timbío	Ceniza volcánica	Superficial a profundo	Baja	Baja	Baja a media	Baja	Franco arenoso a franco arcilloso
Titiribí	Andesita horbléndica feldespática	Superficial a media	Variable	Media	Media	Modera	Cascajoso
Togüi	Limolitas	Superficial a media	Variable	Variable	Baja a muy alta	Alta	
Venecia	Areniscas y arcillolitas	Media	Variable	Variable	Media	Alta	
Vergel	Conglomerado	Superficial	Variable	Variable	Bajo a media	Alta	Baja capacidad de retención de humedad
Villapaz	Cuarzomonzonita	Superficial a profundo	Baja	Baja a media	Alta a muy alta	Alta	
Villeta	Lutitas calcareas	Superficial a profundo	Baja	Baja	Media a muy alta	Moderada a alta	Arcillosos con pedregosidad a través del perfil, muy baja presencia de MO, pH entre 6,0 y 7,0

Tabla 7.

Unidades de suelos más representativas en Colombia, por departamento.

Departamento	Municipios	Ecotopo	Unidad de suelo
Antioquia	Anzá (La Cejita, Gritar), Betulia, Concordia (parte), Bolívar, Hispania (parte) y Betania (parte)	102B	Salgar, Amagá, Chinchiná
	Concordia (parte) y Salgar (parte)	103B	Doscientos
	Betania (parte) y Andes (parte)	104B	Chinchiná, Doscientos
	Tarso, Hispania (parte), Jericó, Pueblo Rico, Tâmesis, Valparaíso, Caramanta, Andes (parte) y Jardín	105B	Suroeste, Doscientos, Chinchiná
	Valdivia (Parte), Toledo, San Andrés y Sabanalarga (veredas Meserengo, La Frisola)	201A	Amagá, Armenia, Chinchiná
	Heliconia, Armenia, Angelópolis y Titiribí	202A	Titiribí, Armenia, Amagá, Chinchiná
	Amagá, Venecia, Fredonia y Caldas (parte)	203A	Venecia, Amagá, Salinas, Chinchiná
	Retiro, La Ceja, La Unión, Montebello, Santa Bárbara, Abejorral y Sonsón (parte occidental)	204A	Tablazo, Chinchiná
	Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín (parte), Itaguí, Envigado, La Estrella, San Antonio de Prado, Sabaneta y Caldas (parte)	203B	Chinchiná, Salinas
	Cisneros (parte), Santo Domingo, San Roque, Caracolí, Concepción, Alejandría, Nare (La Magdalena), San Carlos y Marinilla	204B	El Peñol, Oriente

Continúa...

...continuación

Departamento	Municipios	Ecotopo	Unidad de suelo
Caldas	Marmato, Supía, Riosucio y Anserma (sector norte)	106B	Doscientos, Chinchiná
	Anserma (sector sur), Risaralda, Viterbo y Belalcázar	107B	Chinchiná, Doscientos
	Aguadas, Pácora, Salamina, La Merced, Aranzazu y Filadelfia (parte)	204A	Tablazo, Chinchiná
	Filadelfia (sector de Samaria), Neira y Manizales (parte)	205A	Tablazo, Chinchiná, Tareas
	Manizales (parte), Chinchiná (parte) y Palestina	206A	Chinchiná, Doscientos
	Villamaría, Manizales (parte) y Chinchiná (parte sur oriental)	207A	Tablazo, Chuscal, Tareas, Chinchiná
	Victoria (parte), Marquetalia (parte), Marulanda y Manzanares	206B	Chinchiná, Fresno, Gualí, Pensilvania, Río Manso
Risaralda	Mistrató (San Antonio del Chamí) y Pueblo Rico	102A	Catarina
	Quinchía, Guática, Mistrató (parte oriental) y Belén de Umbría (sector norte)	106B	Doscientos, Chinchiná
	Belén de Umbría (sector sur), Risaralda, Apía (parte) y La Virginia	107B	Doscientos, Chinchiná
	Apía (parte), Santuario, La Celia y Balboa	108B	Chinchiná, Catarina, Doscientos, Balboa
	Marsella, Santa Rosa de Cabal (parte), Dosquebradas (parte) y Pereira (parte)	206A	Doscientos, Chinchiná
	Santa Rosa de Cabal (parte oriental alta) y Dosquebradas (parte oriental)	207A	Tablazo, Chuscal, Tareas, Chinchiná
	Pereira (parte)	209A	Chinchiná, Malabar
Valle del Cauca	El Cairo, Argelia, Versailles, El Dovio y partes de La Unión, Bolívar y Roldanillo	103A	Chinchiná, Fondesa, Catarina
	Darién y Yotoco (parte)	104A	Chinchiná, Doscientos
	Buenaventura, Restrepo, Vijes (parte), Dagua y La Cumbre	105A	Chinchiná, Dovio
	El Águila y Ansermanuevo	108B	Chinchiná, Catarina, Doscientos, Balboa
	Toro, partes de la Unión, Roldanillo y Bolívar	109B	Fondesa, Dovio
	Trujillo y Riofrío	110B	Chinchiná, Doscientos
	Yotoco (sector oriental), Vijes (sector oriental), Yumbo y Cali (sector norte)	111B	Dovio
	Cali (sector sur) y Jamundí	112B	Piendamó
	Ulloa y Alcalá	209A	Chinchiná, Malabar
	Caicedonia (parte) y Sevilla (sector Cumbarco)	211A	Tablazo, Cascarero, Génova, Chinchiná, Montenegro
	Cartago, Obando, La Victoria y Zarzal	212A	La Estrella
	Sevilla (parte) y Caicedonia (parte)	213A	Chinchiná, Doscientos
	Bugalagrande, Andalucía, Tuluá, San Pedro y Buga	214A	Doscientos
	Guacarí, Ginebra, El Cerrito, Palmira, Pradera, Candelaria y Florida	215A	Doscientos, Chinchiná, Monterredondo
Quindío	Salento, Armenia (parte) y Calarcá (parte)	208A	Chinchiná, Montenegro, Tablazo
	Finlandia, Circasia, Quimbaya, Montenegro, Armenia, (parte), Calarcá (parte), La Tebaida, Córdoba (parte) y Buenavista (parte)	210A	Chinchiná, Montenegro, Quindío, Malabar
	Calarcá (parte), Buenavista (parte), Córdoba (parte), Pijao y Génova	211A	Tablazo, Cascarero, Génova, Chinchiná, Montenegro

Continúa...

...continuación

Departamento	Municipios	Ecotopo	Unidad de suelo
Cauca	El Tambo (sector Huisitó) y Argelia	106A	Puracé, entre otras no definidas
	Buenos Aires (parte), Suárez, Morales (parte), Cajibío (parte) y El Tambo (parte)	112B	Piendamó y otras no definidas
	El Tambo (parte) y Balboa	113B	Doscientos, Balboa, Timbío
	Miranda, Puerto Tejada, Corinto y Padilla	215A	Doscientos, Chinchiná, Monterredondo
	Toribío y Jambaló	216A	Tacueyó, Piendamó
	Buenos Aires (parte), Caloto, Santander de Quilichao y Caldon (parte)	217A	Mondomo y otras no definidas
	Caldono (parte), Morales (parte), Piendamó, Cajibío (parte), Totoró, Popayán, El Tambo (parte) y Timbío (parte)	218A	Timbío, Piendamó, Pubenza, Cajibío
	Timbío (parte), Sotará, El Tambo (Quilcacé), Rosas, La Sierra, La Vega, Almaguer, Bolívar, San Sebastián y Mercaderes	219A	Tacueyó, Seguengue, Timbío, Sucre
Nariño	Páez (Belalcázar) y Inzá	213B	El Rosario, Socorro, San Simón, Saladoblanco
	Leiva (sector El Palmar), Cumbitara, Policarpa, Ricaurte y Piedrancha (Mallama)	106A	Puracé y otras no definidas
	El Bordo (Patía), Leiva (parte) y El Rosario	113B	Doscientos, Balboa, Timbío
	San Pablo, Génova, La Unión, La Cruz, Taminango, San José de Albán, San Lorenzo, Berruecos (Arboleda) y El Tablón, Buesaco	220A	Mayo, Quiña, Doña Juana
Tolima	Sotomayor (Los Andes), El Tambo, Linares, Samaniego, La Florida, Sandoná, Ancuya, Santa Cruz (Guachavez), Pasto, Consacá, Guaitarilla, Yacuanquer, Túquerres, Tangua, Imués, Funes y Iles	221A	Vergel, La Loma, Tambillo, Sandoná, Tambo
	Mariquita, Fresno, Palocabildo, Falan, Herveo, Casabianca, Villahermosa y Armero	206B	Chinchiná, Fresno, Gualí, Pensilvania, Río Manso
	Líbano (parte) y Lérida	207B	Líbano, Gualí
	Líbano (parte), Venadillo, Santa Isabel, Anzoátegui y Alvarado (parte)	208B	Líbano, Junín, San Simón, Colón
	Alvarado (parte), Ibagué, Cajamarca, Rovira, Valle de San Juan, San Luis, Roncesvalles, Ortega y San Antonio	209B	San Simón, Combeima
	Chaparral, Río Blanco (sector La Herrera), Ataco (sectores Berlín y Edén) y Planadas (sector Bilbao)	210B	San Simón
	Coyaima, Natagaima (alrededores de Montefrío), Ataco (parte) y Planadas (sector de Gaitania)	211B	San Simón y otras no definidas
	Icononzo (parte)	315A	Guadalupe, Guaduas y otras no definidas
Alpujarra (parte)	Melgar, Icononzo (parte), Carmen de Apicalá, Cunday, Villarrica, Purificación, Prado, Dolores y Alpujarra (extremo norte)	316A	Guadalupe, Mendarco
		317A	Guadalupe, La Espiga

Continúa...

...continuación

Departamento	Municipios	Ecotopo	Unidad de suelo
Huila	Aipe, Neiva (parte occidental), Santa María y Palermo	211B	San Simón y otras no definidas
	Teruel, Íquira, Nátaga y Tesalia	212B	San Simón
	Paicol, La Plata, Pital, Agrado, La Argentina, Tarqui, Oporapa y Saladoblanco	213B	El Rosario, Socorro, San Simón, Saladoblanco
	San José de Isnos (La Laguna)	214B	San Agustín, Isnos, Mortiño
	Colombia, Baraya, Tello, Neiva (parte), Rivera, Campoalegre, Hobo y Algeciras (parte)	317A	Guadalupe, La Espiga
	Algeciras (La Arcadia), Gigante, Garzón, Altamira, Guadalupe y Timaná	318A	San Agustín, La Espiga, Garzón, El Recreo
	Elías, Suaza, San Agustín, Pitalito, Acevedo, Palestina y San Adolfo	319A	El Recreo, Isnos, Siberia
Cundinamarca	Yacopí (parte), La Palma (parte), Caparrapí (parte) y Topaipí (parte)	309A	Llano de Palmas, Guadalupe, Ropero, Villeta
	Yacopí (parte), Paime, La Palma (parte), Topaipí (parte), Caparrapí (parte), San Cayetano, Villagómez, El Peñón (parte) y Pacho (parte)	310A	Villeta, Guadalupe, Chinchiná
	Vergara (parte), Supatá, La Vega (parte), San Francisco, Sasaima (parte), Villeta (parte) y Albán	311A	Villeta y otra sin definir
	La Palma (parte), El Peñón (parte), La Peña, Pacho (parte), Vergara (parte), Nimaima, Quebradanegra, Nocaima, Guaduas, Villeta (parte), La Vega (parte), Chaguaní (parte), Sasaima (parte), Vianí, Dituima (parte) y San Juan de Rioseco (parte)	312A	Villeta, Guadalupe
	Chaguaní (parte), San Juan de Rioseco (parte), Quipile (parte), Beltrán, Pulí, Jerusalén, Rafael Reyes (Apulo) y Tocaima (parte)	313A	Sargento, Villeta
	Guayabal de Síquima, Bituima (parte), Anolaima, Zipacón, Quipile (parte), Cachipay, Tena, La Mesa, San Antonio de Tena, El Colegio, Anapoima, Viotá, Tocaima (parte) y Nilo (Pueblo Nuevo)	314A	Guadalupe, Villeta, Chinchiná, Sargento
	Silvania, Fusagasugá, Tibacuy, Arbeláez, Pandí, San Bernardo, Venecia (Ospina Pérez) y Cabrera	315A	Guadalupe, Guaduas y otras no definidas
	Machetá, Tibirita, Manta, Gachetá, Junín, Gama, Ubalá (parte), Gachalá (parte), Choachí, Fômeque, Ubaque, Cáqueza, Quetame, Fosca y Guayabetal	307B	Guadalupe, Villeta
Boyacá	San Mateo, Chita y Jericó	304A	Ropero, Cincho y otras no definidas
	Santana, Chitaraque, San José de Pare, Togüi y Moniquirá	308A	Llano de Palmas, Miraflores, Togüi, Cincho, Ropero, Oiba
	La Victoria	309A	Llano de Palmas, Guadalupe, Ropero, Villeta
	San Pablo de Borbur, Tununguá, Briceño, Pauna, Maripí, Muzo, Otanche (parte), Buenavista, Yacopí (parte) y Coper	310A	Villeta, Guadalupe, Chinchiná
	Rondón, Zetaquirá, Berbeo, San Eduardo y Miraflores	306B	Lengupá, Miraflores, La Laja
	Pachavita, Chinavita, La Capilla, Garagoa, Tenza, Sutatenza, Guateque, Somondoco y Guayatá	307B	Guadalupe, Villeta

Continúa...

...continuación

Departamento	Municipios	Ecotopo	Unidad de suelo
Santander	California, Matanza, Rionegro (parte), Suratá, Charta, Bucaramanga, Floridablanca, Los Santos, Piedecuesta (parte) y Tona	302A	Santa Cruz, Villapaz, La Victoria, Cínera, Paujil
	El Playón (parte), Rionegro (occidental), Lebrija y Girón	303A	Rionegro, Llano de Palmas
	Piedecuesta (parte), Santa Bárbara (Umpalá), Guaca, San Andrés, Concepción, Carcasí, Málaga, Enciso, San José de Miranda, San Joaquín y Onzaga	304A	Ropero, Cincho
	Betulia (parte), Zapatoca (parte), Jordán, Aratoca, Barichara, Villanueva, Galán, Cutirí, Cabrera, San Gil, Palmar, Hato, Pinchote, Socorro, Valle San José, Simacota, Páramo (parte) y Palmas del Socorro	305A	Chanchón, Llano de Palmas, Cincho, Ropero
	Betulia (parte), Zapatoca (parte), San Vicente de Chucurí, Santa Helena (Opón) y La Paz	306A	Llana Fría, Cincho, Cantarranas
	Mogotes, Ocamote, Páramo (parte), Confines, Chima, Guapotá, Contratación, Charalá, Oiba, Coromoro, Guacamayo, Guadalupe, La Aguada, El Encino, San Benito, Suaita, Gámbita y Guepsa (parte)	307A	Llano de Palmas, Cincho, Ropero
	Chipatá, Guepsa (parte), Vélez, Guavatá, Barbosa, Puente Nacional, Sucre, Jesús María y Albania (parte)	308A	Llano de Palmas, Miraflores, Togüi, Cincho, Ropero, Oiba
Landázuri, Bolívar, La Belleza, Florián y Albania (parte)	309A	Llano de Palmas, Guadalupe, Ropero, Villeta	
Norte de Santander	Cáchira y Playón (parte)	302A	Santa Cruz, Villapaz, La Victoria, Cínera, Paujil
	Hacarí, Río de Oro, Ocaña, La Playa y Ábrego (parte)	301B	Norte, Cartagenita
	Tibú, Sardinata, Abrego (parte), Bucarasica, Lourdes, El Zulia, Villa Caro, Gramalote, Santiago, Salazar, Durania (parte), Bochalema (parte), Arboledas y Cucutilla	302B	Norte, Cínera, La Victoria, Cartagenita, La Laguna
	San Cayetano, Cúcuta, Villa del Rosario, Los Patios, Durania (parte), Chinácota, Bochalema (parte), Ragonvalia, Herrán y Pamplonita	303B	La Mutis, Cartagenita, La Laguna, Cínera, La Victoria
Cesar	González, Hacarí y Río de Oro	301B	Norte, Cartagenita
Chocó	El Carmen, San José del Palmar y Sipí	102A	Catarina y otras por definir

Desde el punto de vista de la profundidad efectiva, en la zona objeto de estudio, hay predominio de suelos con una **profundidad entre 10 y 30 cm**. En cuanto a la **fertilidad natural, ésta es baja**, particularmente en lo que respecta a los niveles de MO, P y K. Potencialmente, es poco el aporte de nutrientes desde el material parental.

Por último, la **pendiente del terreno** abarca inclinaciones superiores al 25% llegando a ser superior al 100%, la **susceptibilidad a la erosión es alta**, lo que quiere decir

que las pérdidas de suelos ante los incrementos en la precipitación son casi inmediatas. Desde el punto de vista de las observaciones, en general, se indica que esta unidad de suelos presenta pedregosidad a través del perfil, con drenaje interno deficiente, es decir, con mala circulación del agua.

Como conclusión puede decirse que en dichos suelos se recomienda tener la plantación bajo sombrero, con coberturas nobles, dada la alta susceptibilidad a la erosión hídrica.

Recomendaciones prácticas

- El suelo constituye un componente esencial de la productividad del café, aparte de ser un medio de anclaje, es una despensa desde la cual la planta adquiere el agua y los nutrientes minerales requeridos para su crecimiento y desarrollo.
- El suelo es un recurso natural cuyas características varían en el tiempo y en el espacio, en función del material parental, el clima y el manejo. Por esta razón es común encontrar diferentes unidades de suelo en el mismo departamento.
- Las unidades de suelo representan características similares a nivel regional (No detallado a nivel de finca) y es una herramienta para la planificación agrícola, en la que se incluyen planes de manejo para el establecimiento de los diferentes sistemas de producción cafeteros.

Literatura citada

- ARCILA P., J. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. p. 21-60. En: ARCILA P., J.; FARFÁN V., F.; MORENO B., A.M.; SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. *Sistemas de producción de café en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2007. 309 p.
- ARCILA P., J. Factores que limitan el desarrollo de las raíces del cafeto. Chinchiná: CENICAFE, 1992. 8 p. (Avances Técnicos No. 176).
- GÓMEZ G., L.; CABALLERO R., A.; BALDIÓN R., J.V. *Ecotopos cafeteros de Colombia*. Bogotá : FNC, 1991. 131 p.
- CARDONA C., D.A.; SADEGHIAN K., S. Aporte de material orgánico y nutrientes en cafetales al sol y bajo sombrero de guamo. Chinchiná: CENICAFÉ, 2005. 8 p. (Avances Técnicos No. 334).
- CORNELIUS, S.; HURLBUT, J.R. *Manual de mineralogía de DANA*. 2da. ed. Barcelona: Reverté, 1980. 653p.
- CORREA S., A. Pasado y futuro de los estudios de materia orgánica en Colombia. *Suelos ecuatoriales* 35(1):137-155. 2005.
- DIAZ M., C.; SADEGHIAN K., S.; MORALES L., C.S. Cambios químicos ocasionados por enclavamiento y uso de lombrinaza en la etapa de almácigo del café. *Cenicafé* 59(4):295-309. 2008.
- DORRONSORO, C. *Introducción a la edafología*. [En línea]. Granada : Universidad de Granada, 2004. Disponible en internet: <http://www.edafologia.ugr.es/introeda/tema00/progr.htm>. actualizado julio de 2005
- DUCHAFOUR, P.H. *Manual de edafología*. Barcelona: Toray-Masson, 1978. 493 p.
- FNC. Programa de desarrollo y diversificación de zonas cafeteras: Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento del Valle del Cauca. Bogotá : FEDERACAFÉ : PRODESARROLLO, 1990. 214 p.
- FERNÁNDEZ, C.; VEGA, L. *Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Manejo integrado de plagas* (62):96-100. 2001.
- FLÓREZ, A. Relación altitudinal de la temperatura del suelo y del aire en los Andes centrales de Colombia. *Colombia geográfica* 12(2):5-39. 1986.
- GÓMEZ A., A.; GRISALES G., A.; SUÁREZ S., J. *Manual de conservación de suelos de ladera*. Chinchiná : CENICAFÉ, 1975. 267 p.
- GONZÁLEZ O., H. El humus en la zona cafetera colombiana: Contenido calidad y su relación con algunas propiedades físicas y químicas del suelo. p. 11-32. En: SCCS. *Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola*. Armenia : Sociedad colombiana de la ciencia del suelo : CENICAFÉ, 2009. 136 p.
- GONZÁLEZ O., H. Zona cafetera de Colombia una región con diversidad en su suelo. Chinchiná : CENICAFÉ, 2010. Seminario Marzo 26.
- GONZÁLEZ O., H. *Manejo integrado del recurso suelo*. Manizales : Universidad de Manizales, 2011. 83 p.
- GONZÁLEZ O., H. Fertilidad de los suelos cafeteros. En: CONGRESO Internacional del café (Abril 17-20 2012: El Salvador). Guatemala : DISAGRO, 2012. 41 diap.
- GONZÁLEZ O., H.; ZAPATA H., R.D.; SADEGHIAN K., S. Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera del departamento de Caldas. *Cenicafé* 60(1):25-40. 2009.
- GONZÁLEZ O., H.; SADEGHIAN K., S.; ZAPATA H., R.D. MEJÍA M., B. Fraccionamiento de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera del departamento de Caldas. *Cenicafé* 59(4):310-320. 2008.
- GONZÁLEZ O., H. *Materia orgánica del suelo: Mitos y realidades*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2009. Seminario Agosto 28.
- GONZÁLEZ O., H. Caracterización de la materia orgánica en algunos suelos representativos de la zona cafetera del departamento de Caldas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2008. 75p.
- GONZÁLEZ O., H.; SALAMANCA J. A. Unidades de suelo representativas de la zona cafetera colombiana. Melgar : Cumbre nacional de extensión e investigación, 2008. 25 p.
- HARDY, F. *Suelos tropicales: Pedología tropical con énfasis en América*. México : Herrero hermanos, 1970. 334 p.
- IGAC. *Suelos de Colombia: Origen, evolución, clasificación, distribución*. Santafé de Bogotá: IGAC, 1995. 632 p.
- JARAMILLO J., D.F. *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 2002. 619 p.
- JARAMILLO R., A. *Clima andino y el café en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2005. 192 p.

- JENNY, H. *Factors of soil formation: A system of quantitative pedology*. Nueva York: McGraw-Hill, 1941. 281 p.
- KATIYAR, V.; GOEL, R. *Solubilization of inorganic phosphate and plant growth promotion by cold tolerant mutant of Pseudomonas fluorescens*. *Microbiol research* 158 (2):163-168. 2003.
- LEET L., D.; JUDSON. *Fundamentos de geología física*. México: Limusa, 1995. 455 p.
- LUTZOW, M.V.; KOGEL K., I.; ECKSCHMITT, K.; MATZNER, E.; GUGGENBERGER, G. *Stabilization of organic matter in temperate soils: Mechanisms and their relevance under different soil conditions*. *European journal of soil science* 57(4): 426-445. 2006.
- MACDONALD N., W.; ZAK D. R. PREGITZER, K. S. *Temperature effect on kinetics microbial respiration and net nitrogen and sulfur mineralization*. *Soil science society of America journal* 59 (1-2): 233-240. 1995.
- MARÍN, M. *Técnicas modernas del estudio de la biología del suelo*. *Suelos ecuatoriales* 35(1):66-69. 2005.
- MARÍN, V. E., P. FEJOO M. A. *Efecto de la labranza sobre macro invertebrados del suelo en vertisoles de un área de Colombia*. *Terra latinoamericana* 25(3):297-310. 2007.
- MCCULLEY R., L.; BURKE I., C. *Microbial community composition across the great plains: Landscape versus regional variability*. *Soil science of America journal*. 68(1):106-115. 2004.
- OSORIO V., N.W. *Función de las enmiendas orgánicas en el manejo de la fertilidad del suelo*. *Suelos ecuatoriales* 35(1):52-58. 2005.
- PHILLIP D., J.; TURKINGTON V., A.; MARION A., D. *Weathering and vegetation effects in early stages of soil formation*. *Catena* 72(1): 21-28. 2008
- REDDY, M.S. SURENDER, K.; BABITA, K.; REDDY, M.S. *Biosolubilization of poorly soluble rock phosphates by Aspergillus tubingensis and Aspergillus niger*. *Bioresource technology* 84(2):187-189. 2002.
- SADEGHIAN K., S. *Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio sobre las propiedades químicas de suelos cultivados en café*. *Cenicafé* 54(3):242-257. 2003.
- SADEGHIAN K., S. *Efectos de la transformación de sistemas cafeteros en el departamento del Quindío*. Armenia: Corporación Autónoma Regional del Quindío, 1998. 22 p.
- SOIL SURVEY STAFF. *Keys to soil taxonomy*. 9na. ed. Washington : Department of agriculture : USDA, 2003. 503 p.
- SYLVIA M., D.; FUHRMAN J., J.; HARTEL G., P.; ZUBERER A., D. *Principles and applications of soil microbiology*. New Jersey, Prentice Hall. 1999. 550 p.
- TARBUCK, E.J.; LUTGENS, F.K. *Earth science*. 9na. ed. Upper Saddle River : Prentice Hall, 1997. 671 p.
- VITERI, E.S.; ZARTA, D.; SALGADO, N. *Algunos aspectos ecológicos de los hongos en la finca Palma de vino, La Dorada, Caldas, Colombia*. *Suelos ecuatoriales* 30(2):197-203. 2000.
- WESTEN, C.J. VAN. *Remote sensing and geographic information systems for geological hazard mitigation*. *ITC Journal*, (4):393-399. 1993
- WILD, A. *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell*. EDITADO EN: Madrid (España), Ediciones Mundi-Prensa, 1992. 1045 p.
- ZAPATA H., R.D. *Química de los procesos pedogenéticos*. Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 2006. 358 p.
- ZECCH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMAN, J.; MIANO, T.; MILTNER, A.; SCHORTTH, G.; *Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics*. *Geoderma* 79(1197):117-161. 1997.