



PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON LA SOSTENIBILIDAD DE LA CAFICULTURA COLOMBIANA



Luz Adriana Lince Salazar
Disciplina de Suelos
Agosto 2020

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON LA SOSTENIBILIDAD DE LA CAFICULTURA COLOMBIANA

CONTENIDO

Sostenibilidad de la caficultura colombiana - FNC

Propiedades del suelo y producción de cultivos

Algunas propiedades físicas del suelo

Propiedades físicas del suelo y su relación con la planta de café

Transferencia de conocimiento relacionada con las propiedades físicas del suelo

Propiedades que determinan la disponibilidad de agua para la planta

Propiedades que determinan la profundidad efectiva de las raíces

SOSTENIBILIDAD DE LA CAFICULTURA COLOMBIANA

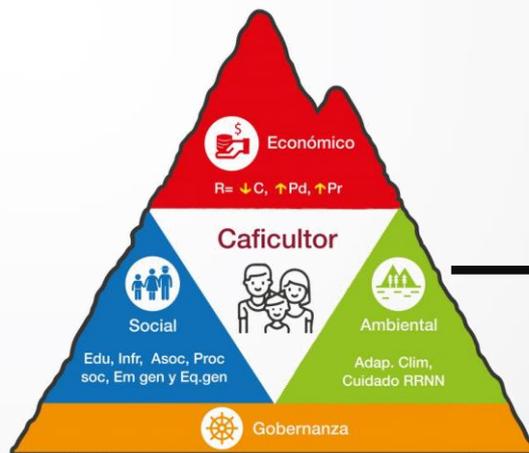
Sostenibilidad

Según la RAE: Que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente.

Sostenibilidad en la FNC

“La FNC busca hacer de la caficultura, en el corto, mediano y largo plazo, un negocio rentable, que contribuya al desarrollo económico y social de las familias cafeteras siempre privilegiando el cuidando de los recursos naturales”.

PLAN 100/100

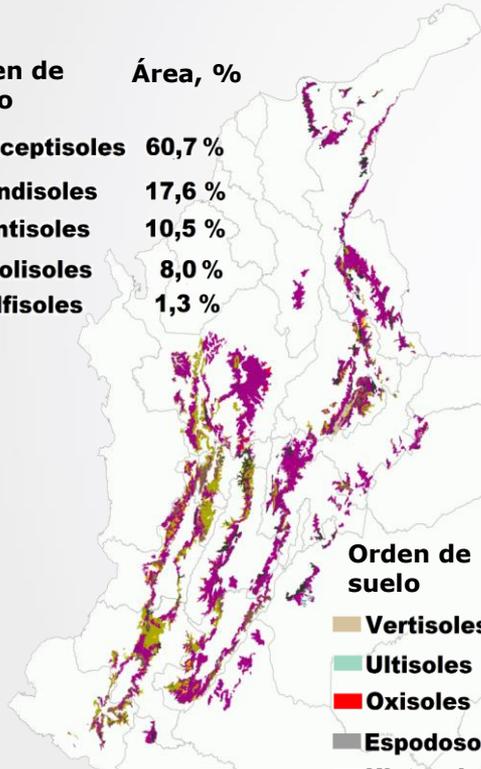


Agua
Biodiversidad
Residuos
Suelos
Energía
Emisiones

Sostenibilidad del suelo en la FNC: “Sin suelos no hay vida ni hay café. En la FNC trabajamos por conservarlo y protegerlo”.

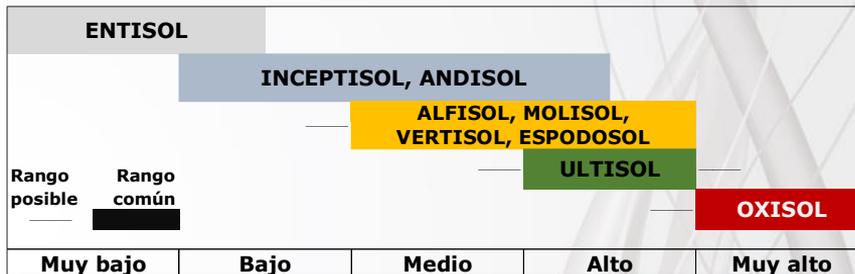
Orden de suelo Área, %

Inceptisoles	60,7 %
Andisoles	17,6 %
Entisoles	10,5 %
Molisoles	8,0 %
Alfisoles	1,3 %



Orden de suelo	Área, %
Vertisoles	0,9 %
Ultisoles	0,5 %
Oxisoles	0,4 %
Espodosoles	<0,1 %
Histosoles	<0,1 %

Grado de evolución de los ordenes de suelo



Fertilidad natural de los ordenes de suelo



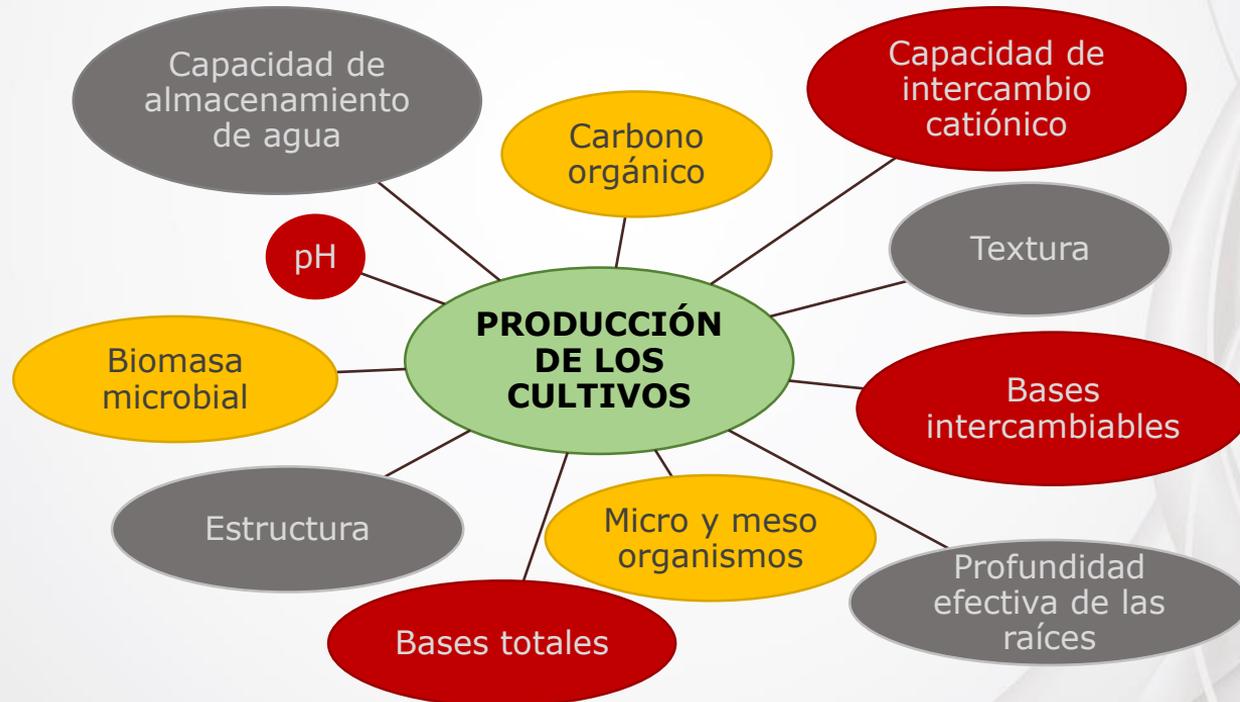
PROPIEDADES DEL SUELO Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

Propiedades del suelo

Biológicas

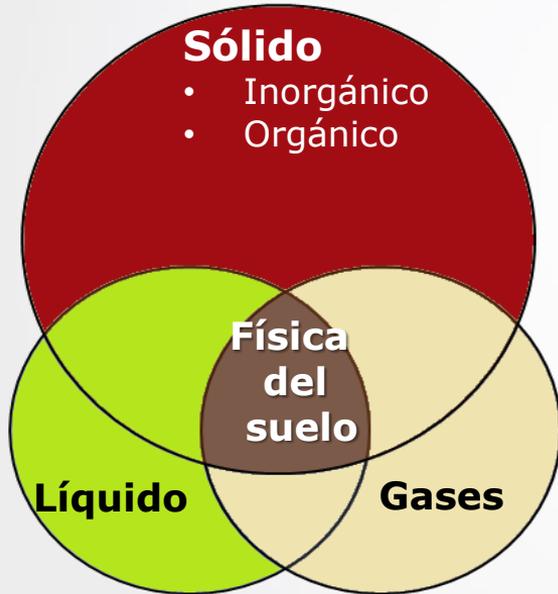
Físicas

Químicas



Propiedades físicas del suelo y la producción de café

Física del suelo



Lal & Shukla, 2004.

Las propiedades físicas del suelo pueden influir hasta en un 40% en la producción de café



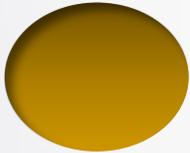
ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Textura

En el suelo hay partículas de diferente tamaño

Arenas

2,0 – 0,05 mm



Limos

0,05 – 0,002 mm



Arcillas

Menor a 0,002 mm



Imágenes:

Elefante: https://static.nationalgeographic.es/files/styles/image_3200/public/2928.600x450.jpg?w=710&h=533; Pingüino: <https://animapedia.org/wp-content/uploads/2018/08/pinguino-roca.jpg>; Hormiga: <https://cumbrepuebloscop20.org/wp-content/uploads/2018/09/Hormiga-1.jpg>

Agregados del suelo

Las partículas del suelo se unen, y entre más unidas estén, el suelo es más resistente.



La agregación del suelo, es una de las propiedades más importantes en la producción de agrícola.



Porosidad

Los espacios vacíos del suelo son de diferente tamaño



Macroporos

Mayores de 1 mm

Los poros del suelo sirven para guardar el agua que requiere la planta para vivir.



Mesoporos

1 – 0,01 mm

El tamaño y número de poros determinan la **Capacidad de almacenamiento de agua del suelo** y la velocidad en la que esta se mueve a través del perfil **“Conductividad hidráulica”**.



Microporos

Menores de 0,01 mm

Densidad real

En el suelo **partículas sólidas** de igual volumen pueden tener un peso diferente.



Oro

Volumen: 60 cm^3
($11,5 \text{ cm} * 5 \text{ cm} * 1 \text{ cm}$)

Peso: **1000 g**

Densidad: $19,3 \text{ g/cm}^3$



Cuarzo

Volumen: 60 cm^3

Peso: **160 g**

Densidad: $2,6 \text{ g/cm}^3$

Densidad aparente

En el suelo el **conjunto** de sus componentes pueden ocupar un mismo volumen pero tener un peso diferente.

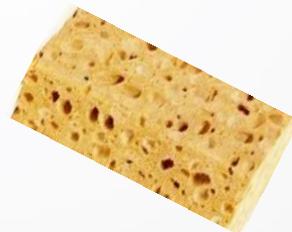


Ladrillo

Volumen: 1700 cm^3
($25 \text{ cm} * 5,5 \text{ cm} * 12,5 \text{ cm}$)

Peso: **3000 g**

Densidad: $1,74 \text{ g/cm}^3$



Espuma

Volumen: 1700 cm^3

Peso: **340 g**

Densidad: $0,2 \text{ g/cm}^3$

Impedancia – resistencia mecánica a la penetración

Las plantas deben invertir energía para que sus raíces puedan penetrar el suelo



La **baja impedancia** favorece el desarrollo de las raíces



La **alta impedancia** desfavorece el desarrollo de las raíces

La impedancia es un buen indicador para delimitar el **horizonte productivo del suelo.**

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA PLANTA DE CAFÉ

Propiedades que determinan la disponibilidad de agua para la planta

Capacidad de almacenamiento de agua

- Retención de humedad

Porosidad

- Textura
- Densidad aparente
- Densidad real
- Estructura

Conductividad hidráulica

Propiedades que determinan la profundidad efectiva de las raíces

Erosión

Densidad aparente

Impedancia

Estabilidad de agregados

PROPIEDADES QUE DETERMINAN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA LA PLANTA

EFFECTOS DEL DÉFICIT HÍDRICO EN EL CULTIVO DE CAFÉ

Reducción en el crecimiento vegetativo

(Valencia, 1973; Suárez, 1979; Arcila, 1990; Arcila y Jaramillo, 2003)

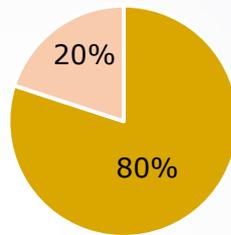
Pérdida en producción y calidad

Disminución en el número de flores y frutos (Cannell, 1971; Liu et al., 2016; Vaast et al., 2005)

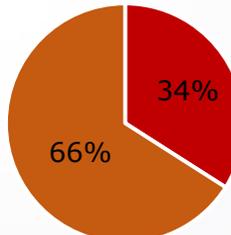
Pérdida de peso y diámetro de frutos (Chemura, 2014; Sakai et al., 2015)

Formación de granos negros (Valencia, 1973)

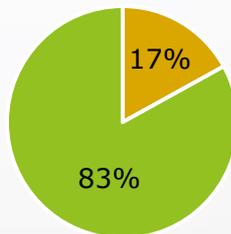
Porcentaje de daños en café observados en El Niño de 2015-2016 a nivel nacional. Gerencia Técnica FNC.



De 100 semillas observadas, 20 presentaron un **aumento de flotes** por tiempo seco.

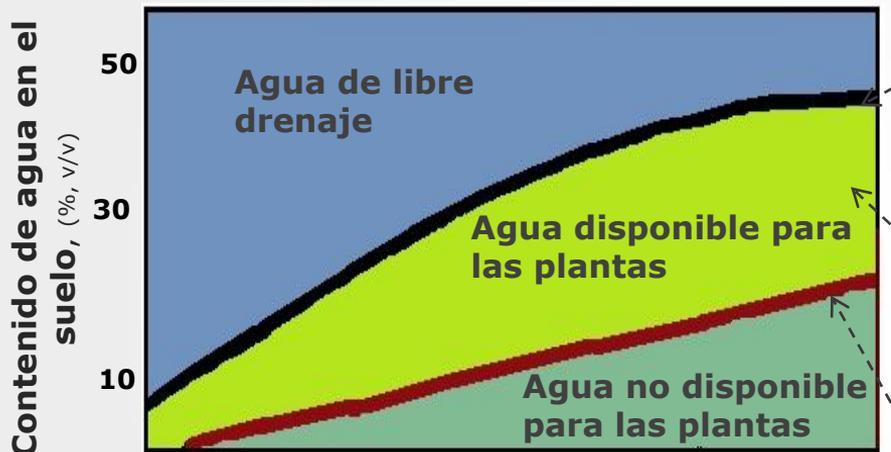


De 100 frutos observados, 34 presentaron **problemas de llenado** atribuidos a tiempo seco.



De 100 árboles observados, 17 presentaron **síntomas de marchitez**.

Capacidad de almacenamiento de agua



Suelos con baja retención de agua



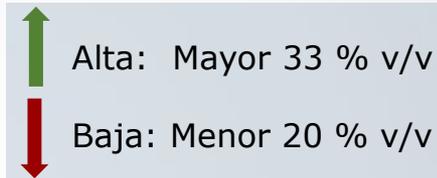
15 % v/v de agua

Suelos con alta retención de agua

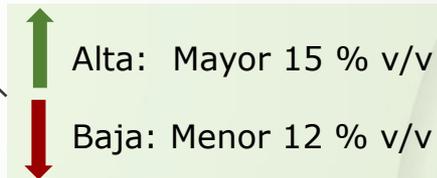


15 % v/v de agua

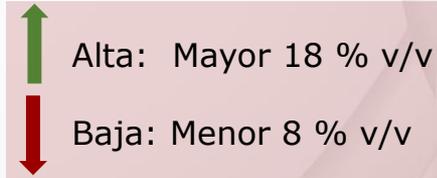
Retención de humedad a capacidad de campo



Capacidad de almacenamiento de agua



Retención de humedad a punto de marchitez permanente



Categorías para la clasificación, según los límites establecidos por Or et al. (2011).

Metodología para evaluar la capacidad de almacenamiento de agua de un suelo



Mesa de arena

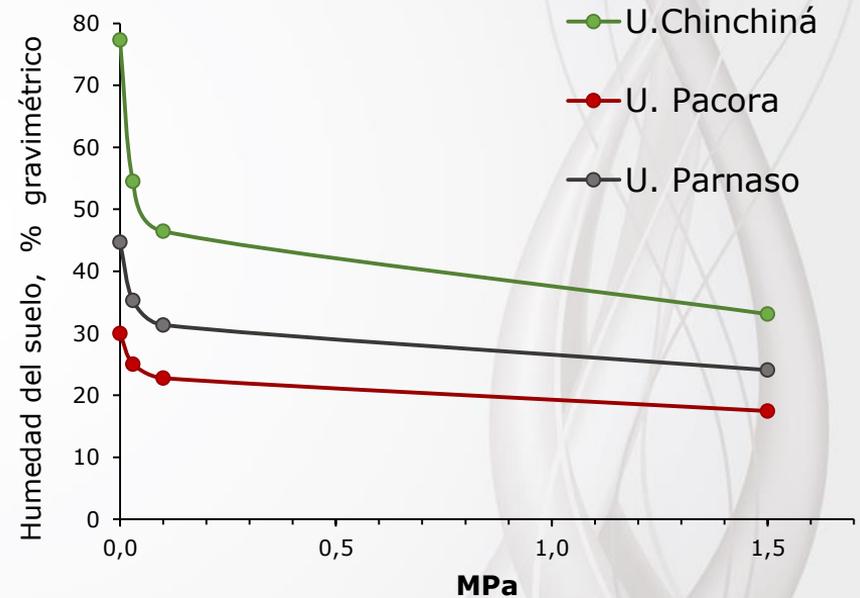


Ollas de Richards



Muestra en cilindro

Curvas de retención de humedad



Datos Proyecto GIA - Cenicafé.

U. Chinchiná: Jardín - Antioquia; U. Pacora: Pacora - Caldas

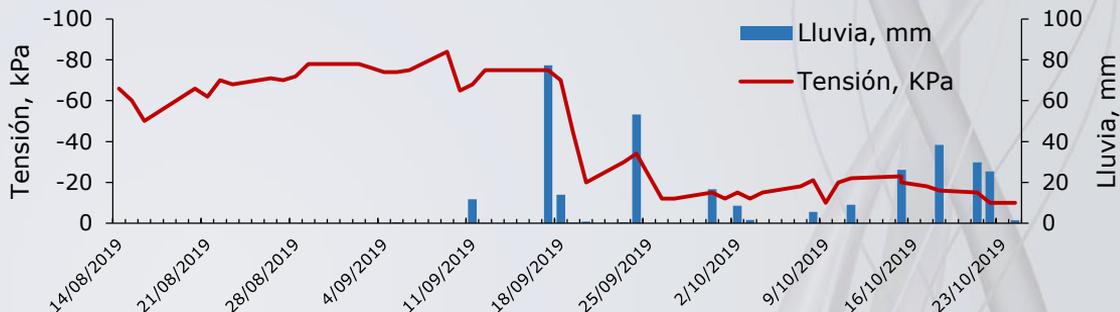
U. Parnaso: Tuluá - Valle del Cauca

Metodologías para evaluar la humedad del suelo (potencial mátrico)



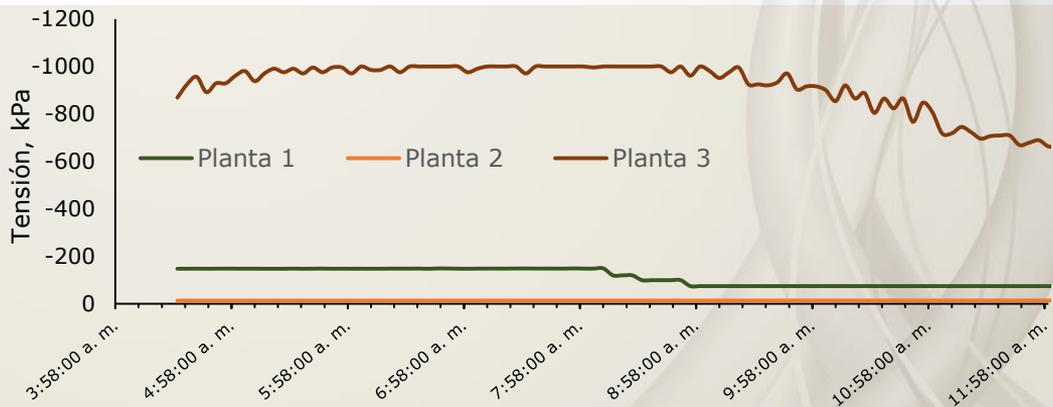
Tensiómetro

Mide de 0 a
-100 kPa



Sensor de humedad

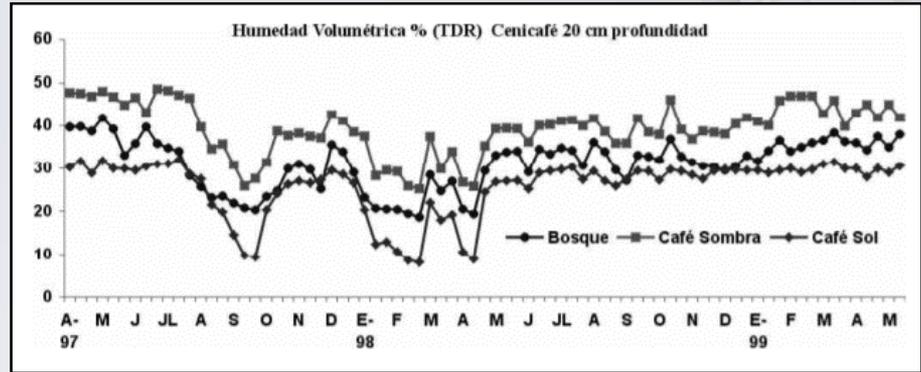
Mide de -9 a
-100.000 kPa





Sonda de reflectometría

% Volumétrico



Poveda, Jaramillo & Mantilla. 2000. Influencia del Evento Cálido del Pacífico en la humedad del suelo y el índice normalizado de vegetación en Colombia.



WP4c

Mide de -1 a
-3.000 kPa

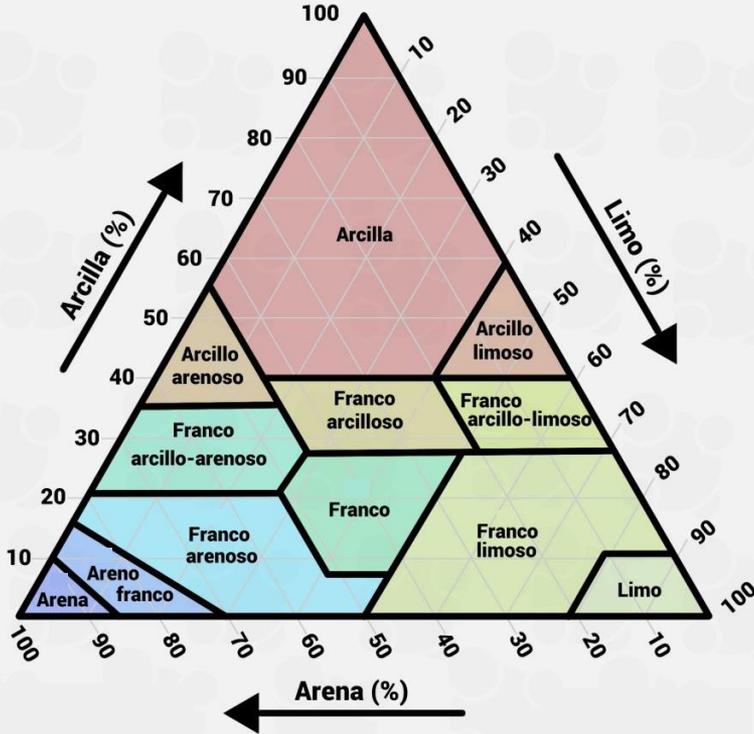
Calibrar sondas de humedad.

Medir la humedad de muestras que se llevan del lote al laboratorio.

Control de experimentos.

Textura del suelo

Clase textural



Imágenes:
Triangulo textural: <https://agrotendencia.tv/agropedia/wp-content/uploads/2019/10/Agrotendencia-agropedia-fertilizantes-27.jpg>

La textura del suelo se correlaciona con muchas de las propiedades físicas



Metodologías para evaluar la textura del suelo



**Hidrómetro
(Bouyoucos)**

Arena



66 %

Limo



18 %

Arcilla



16 %

A

Unidad de suelo Chinchiná (Armenia Quindío).
Lince & Sadeghian, 2016.



Pipeta

Arena



3 %

Muy gruesa



18 %

Gruesa



14 %

Media



22 %

Fina



6 %

Muy fina

63 %

Limo



5 %

Arcilla



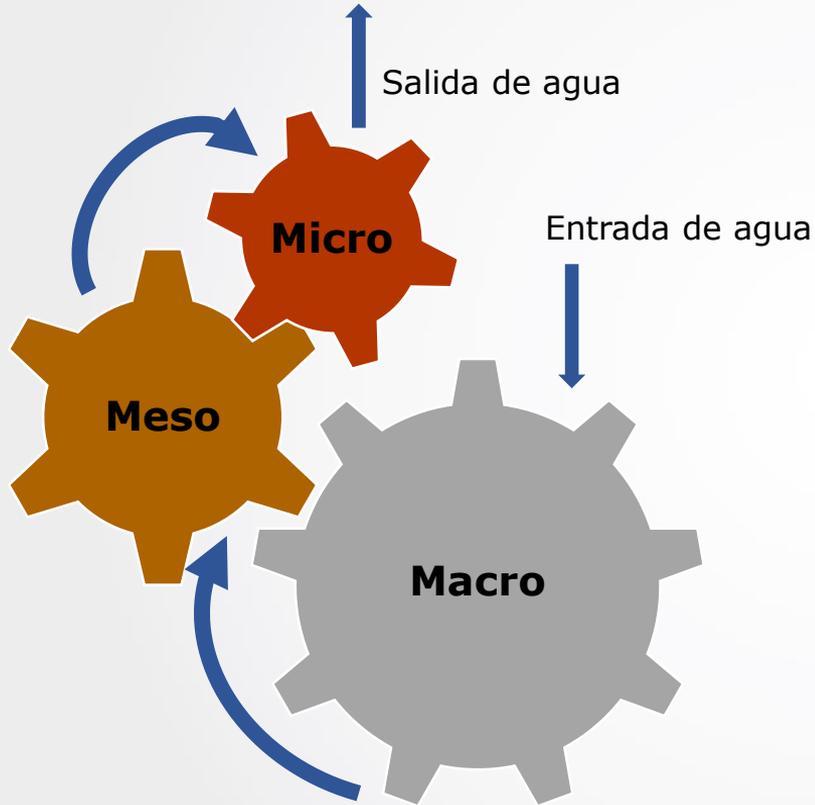
32 %

FARa

Unidad de suelo El Recreo (Suaza Huila).

Dato: Cenicafé - Proyecto en desarrollo "Capacidad de almacenamiento de agua del suelo"

Porosidad



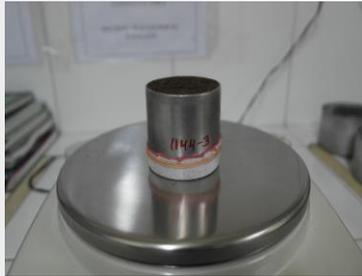
Porosidad estructural y porosidad textural



Macroporos artificiales en un suelo sin estructura

Metodologías para evaluar la porosidad del suelo

Método indirecto: Relación entre densidad aparente y real



Densidad aparente

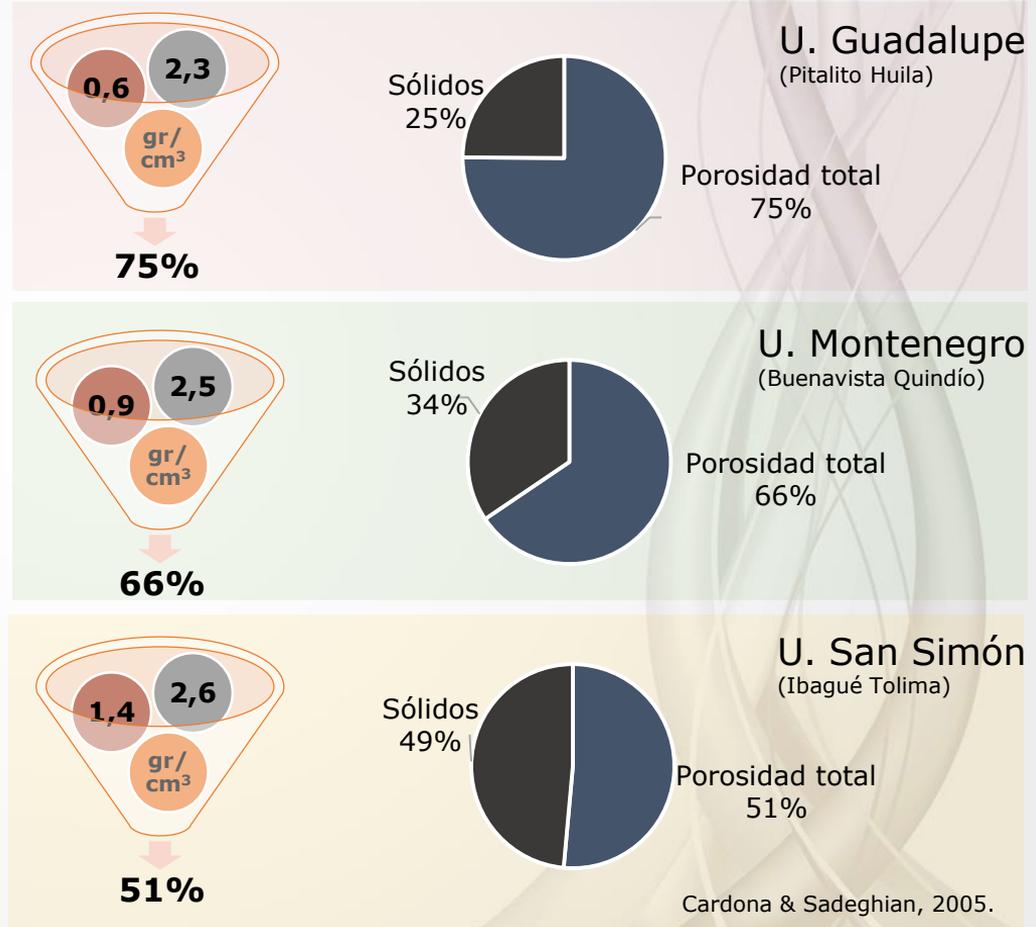
Cilindro de Coile



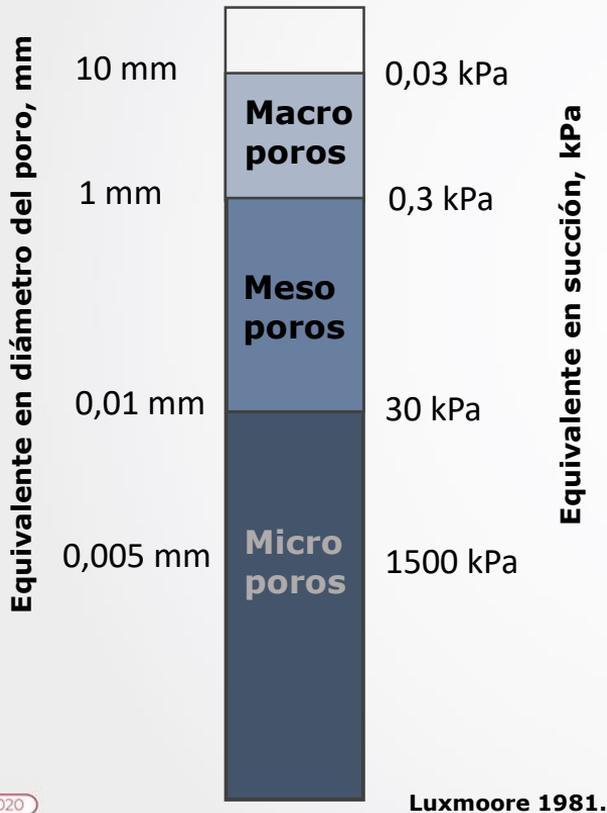
Densidad real

Picnómetro

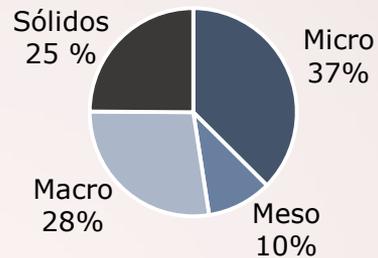
Porosidad total



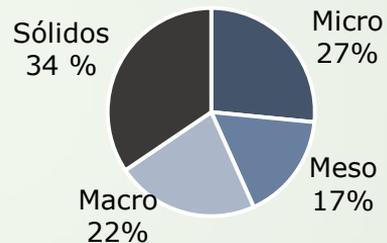
Método directo: Mesa de arena y Ollas de Richards



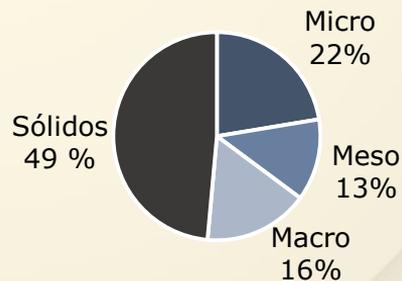
Distribución de poros



Unidad Guadalupe
(Pitalito Huila)



Unidad Montenegro
(Buenavista Quindío)

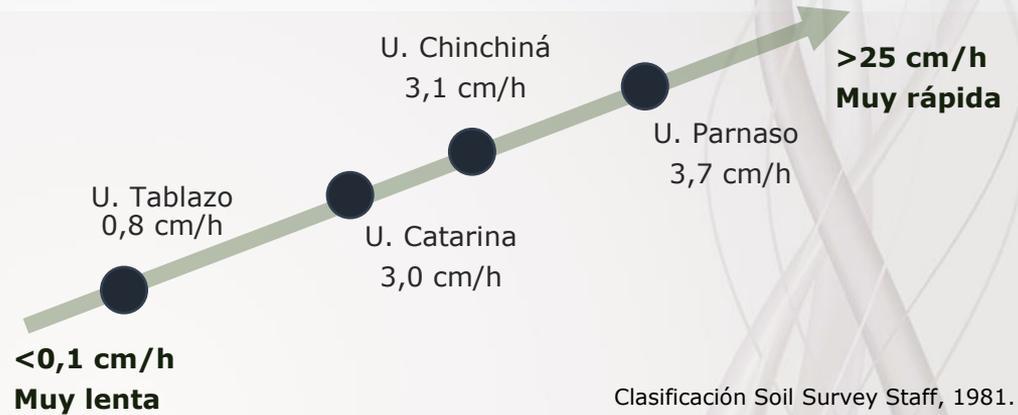


Unidad San Simón
(Ibagué Tolima)

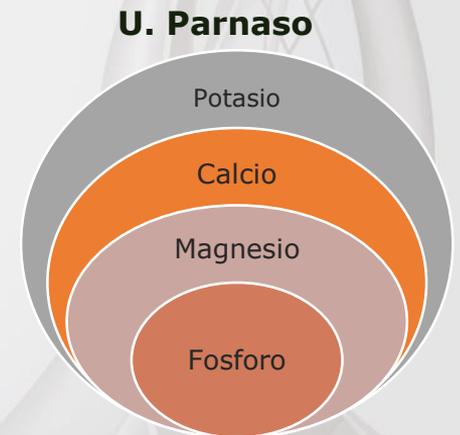
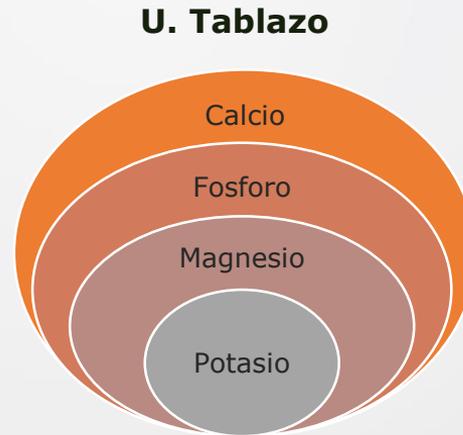
Conductividad hidráulica y lixiviación



Permeámetro de cabeza constante



Análisis de lixiviados



RESUMEN DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA Y RETENCIÓN DE HUMEDAD EN EL SUELO

Alta retención de humedad

Arcillas

Microagregados

Baja conductividad
hidráulica

Microporos

Alta densidad
aparente

Baja retención de humedad

Arenas

Macroagregados

Alta conductividad
hidráulica

Macroporos

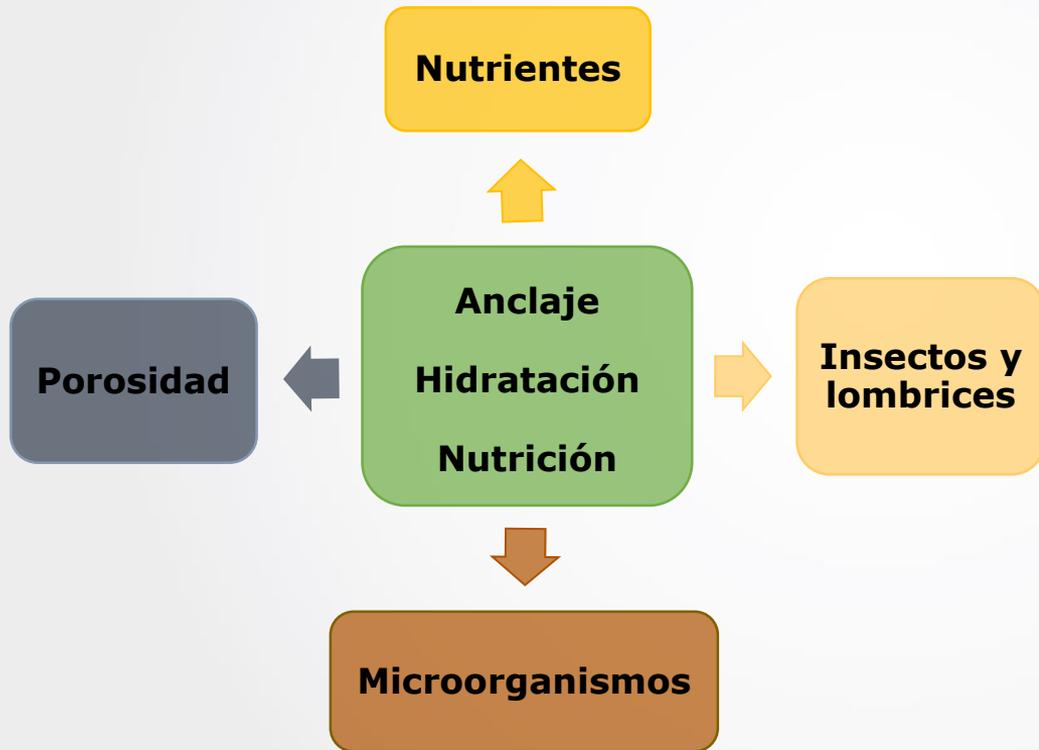
Baja densidad
aparente

La condición ideal es estar muy cerca al equilibrio.

**MATERIA
ORGÁNICA**

PROPIEDADES QUE DETERMINAN LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DE LAS RAÍCES

CARACTERÍSTICAS DE UN HORIZONTE PRODUCTIVO DE SUELO PARA LA PLANTA DE CAFÉ



Raíces de planta de café de aproximadamente 10 meses de edad.
Cenicafé – Experimento en desarrollo (Humedad del suelo)

Efecto de la pérdida del horizonte productivo en la producción de café



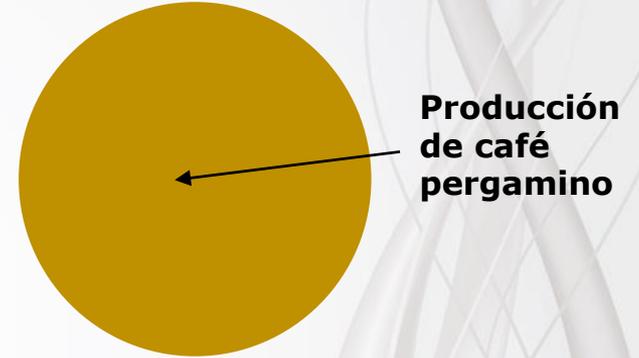
Erosión leve

Sitios con pérdida del 50% del valor máximo del primer horizonte



Erosión severa

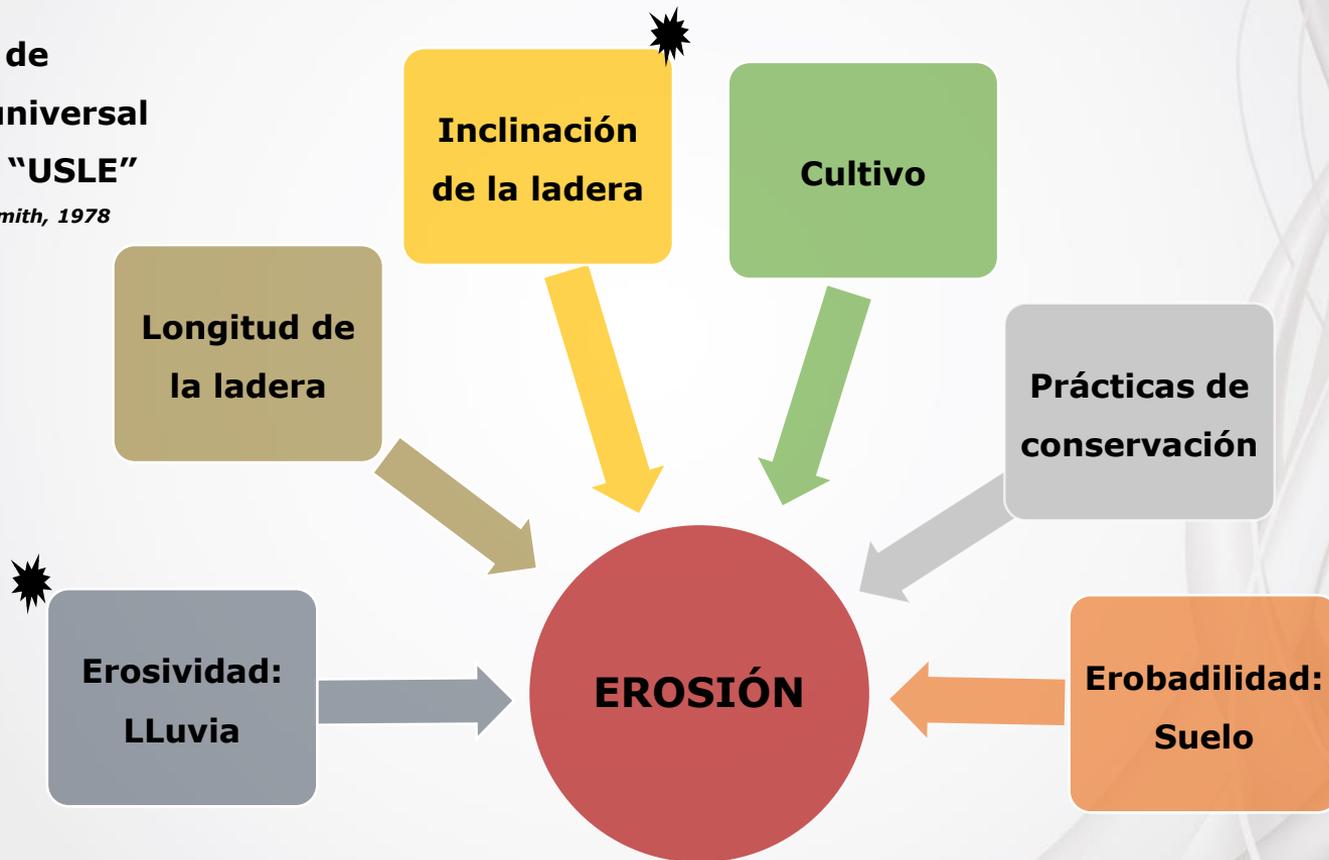
Sitios con pérdida total del primer horizonte e incluso parte del segundo horizonte



Proceso de degradación física del horizonte productivo

**Ecuación de
pérdida universal
del suelo "USLE"**

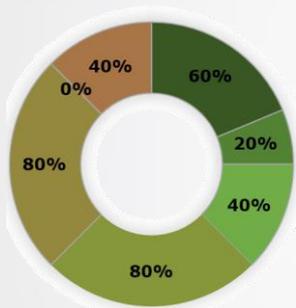
Wischmeier y Smith, 1978



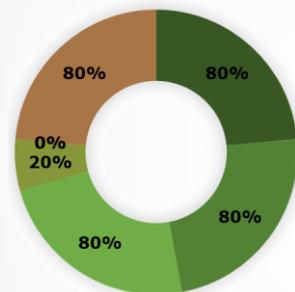
Acciones del caficultor en pro de la conservación del horizonte productivo

Diagnóstico en microcuencia de aspectos en conservación de suelos (1150 fincas)

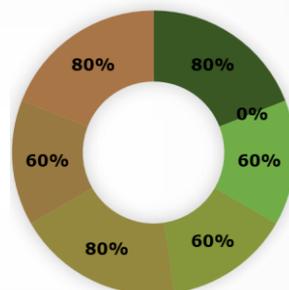
Antioquia



Caldas



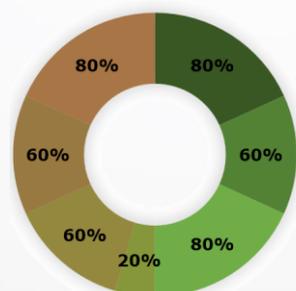
Cauca



Nariño



Valle del Cauca



- Manejo de coberturas
- Barreras vivas
- Distribución de cultivos
- Protección fuentes hídricas
- Mantenimiento de cunetas y caminos
- Revisión de tanques y mangueras
- Construcción de terrazas

Metodologías para evaluar la erosión



Simulador de lluvia



U. Pacora – Pacora Caldas.

Lince, Sadeghian & Torres, 2018. Cenicafé – Proyecto IDRC

Caja de Gerlach



**Lote sin
prácticas de
conservación**

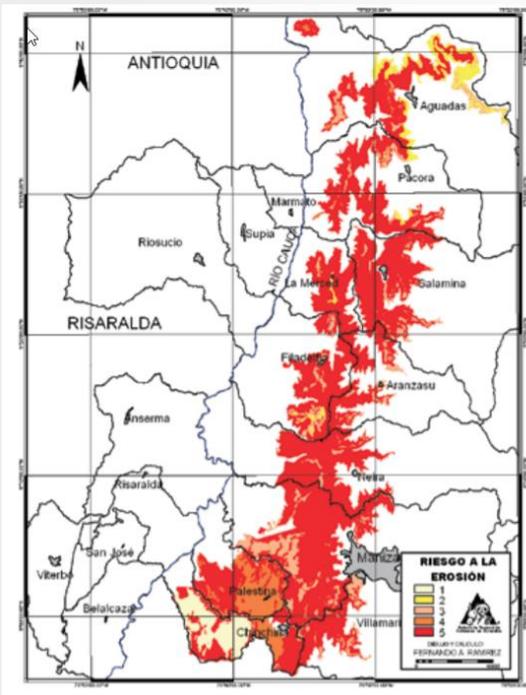
**Lote con
prácticas de
conservación**

Bolívar - Valle del Cauca.

Lince, Castro, Castaño & Rojas, 2018. Cenicafé – Proyecto GIA

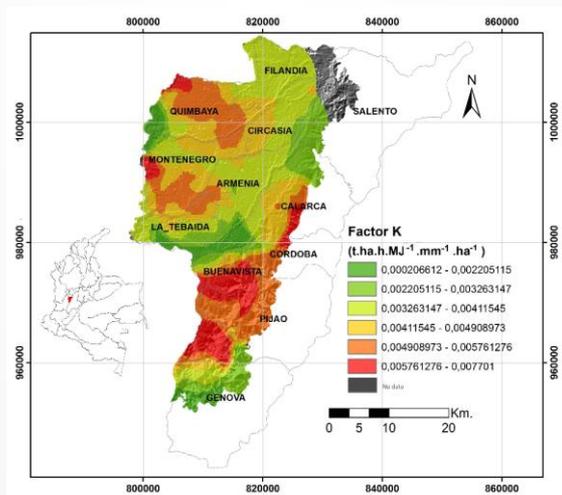
Resultados logrados con el simulador de lluvia

Riesgo a la erosión, zona cafetera del departamento de Caldas



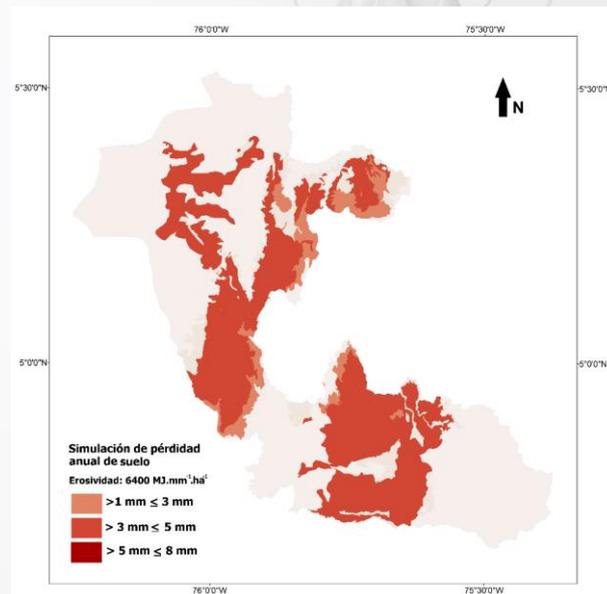
Ramírez & Hincapié, 2009.

Erodabilidad, zona cafetera del departamento de Quindío



Castro & Lince, 2017.

Pérdida potencial de suelo, zona cafetera del departamento de Risaralda



Lince & Castaño, 2019.

Resultados logrados con la caja de Gerlach



Valle del Cauca

Cenicafé – Proyecto GIA

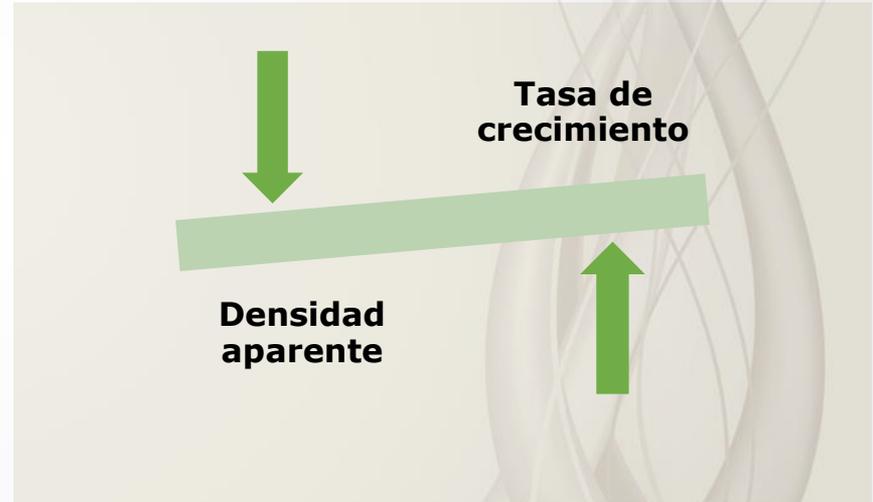
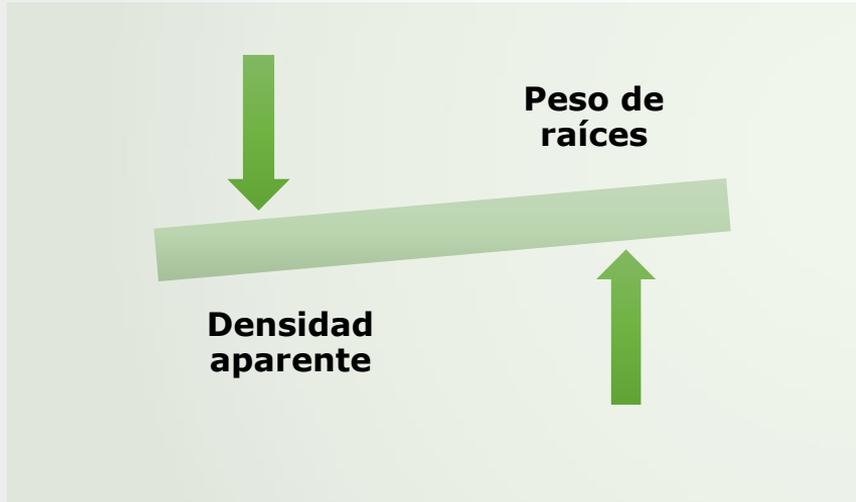


Densidad aparente y el desarrollo de las raíces

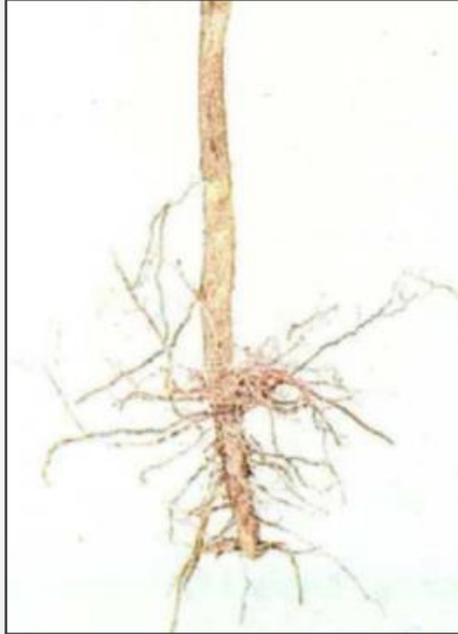
La densidad aparente se correlaciona con muchas de las propiedades físicas



Relación entre densidad aparente y el desarrollo de plantas de café en las primeras etapas de crecimiento



Impedancia y desarrollo de raíces



Raíz afectada por la presencia de un horizonte superficial de arcilla



Desarrollo radical impedido por la presencia de piedras

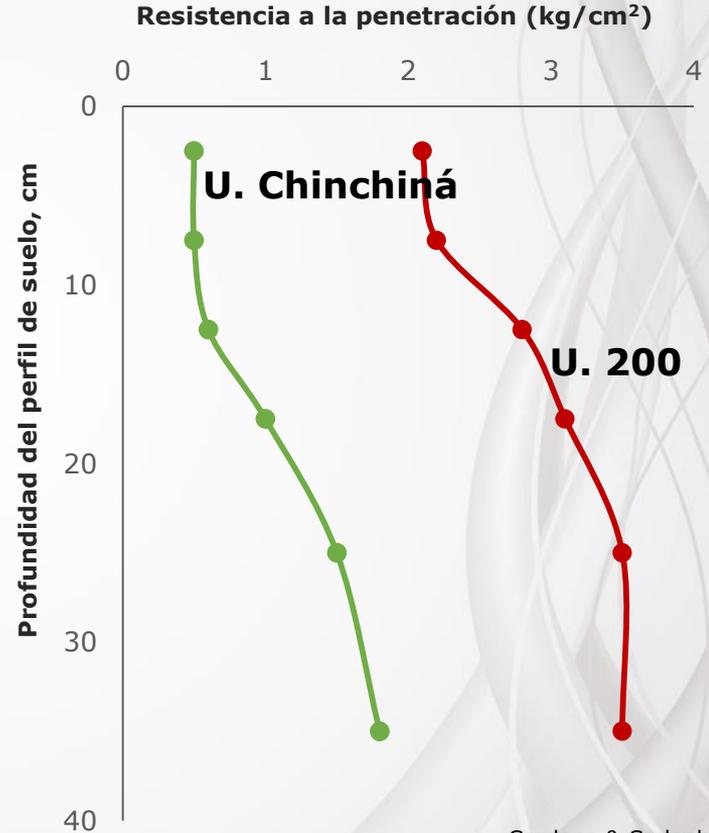
Metodología para evaluar la impedancia



Penetrómetro de impacto



Penetrologger



Cardona & Sadeghian, 2005.

Estabilidad de agregados al agua

Metodología de evaluación



Tamiz Húmedo de Toulin



Tamaño agregados

4,75 a 2,00 mm

2,00 a 1,00 mm

1,00 a 0,50 mm

0,50 a 0,25 mm

0,25 a 0,11 mm

Menor 0,11 mm

Diámetro medio

	U. San Agustín	U. Gualí	U. San Simón
4,75 a 2,00 mm	66 %	50 %	16 %
2,00 a 1,00 mm	4 %	14 %	18 %
1,00 a 0,50 mm	2 %	7 %	12 %
0,50 a 0,25 mm	1 %	4 %	6 %
0,25 a 0,11 mm	1 %	4 %	2 %
Menor 0,11 mm	26 %	22 %	46 %

2,80 mm
Estable

2,34 mm
Moderadamente estable

1,06 mm
Ligeramente estable

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO RELACIONADA CON LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO



Guía para extensionistas



Material de sensibilización para niños



Práctica de manejo de agua



Elaboración de terrazas



Práctica de escorrentía



Práctica de saturación de medios porosos

CONSIDERACIONES FINALES

Los suelos de la zona cafetera colombiana presentan variabilidad en las propiedades físicas.

Las propiedades físicas del suelo son factores determinantes en la sostenibilidad de los cultivos.

Las propiedades físicas presentan interacción entre ellas y con las propiedades químicas y biológicas.

Las propiedades físicas del suelo pueden ser modificadas por el caficultor.



La sostenibilidad de la caficultura es responsabilidad de todos



Muchas gracias!!!

Síguenos



www.cenicafe.org



agroclima.cenicafe.org



@cenicafe



cenicafé

