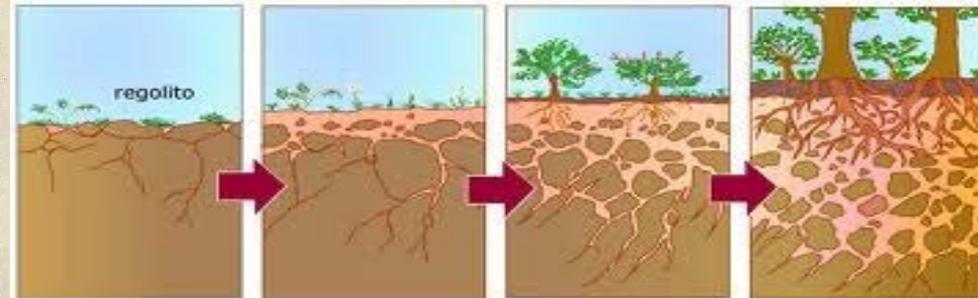
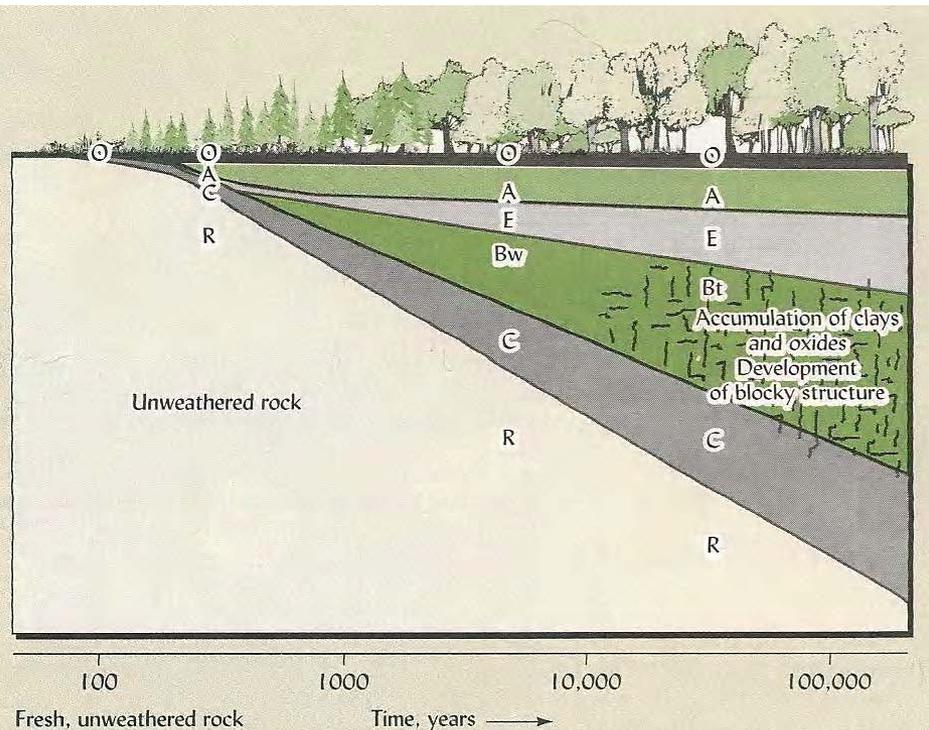
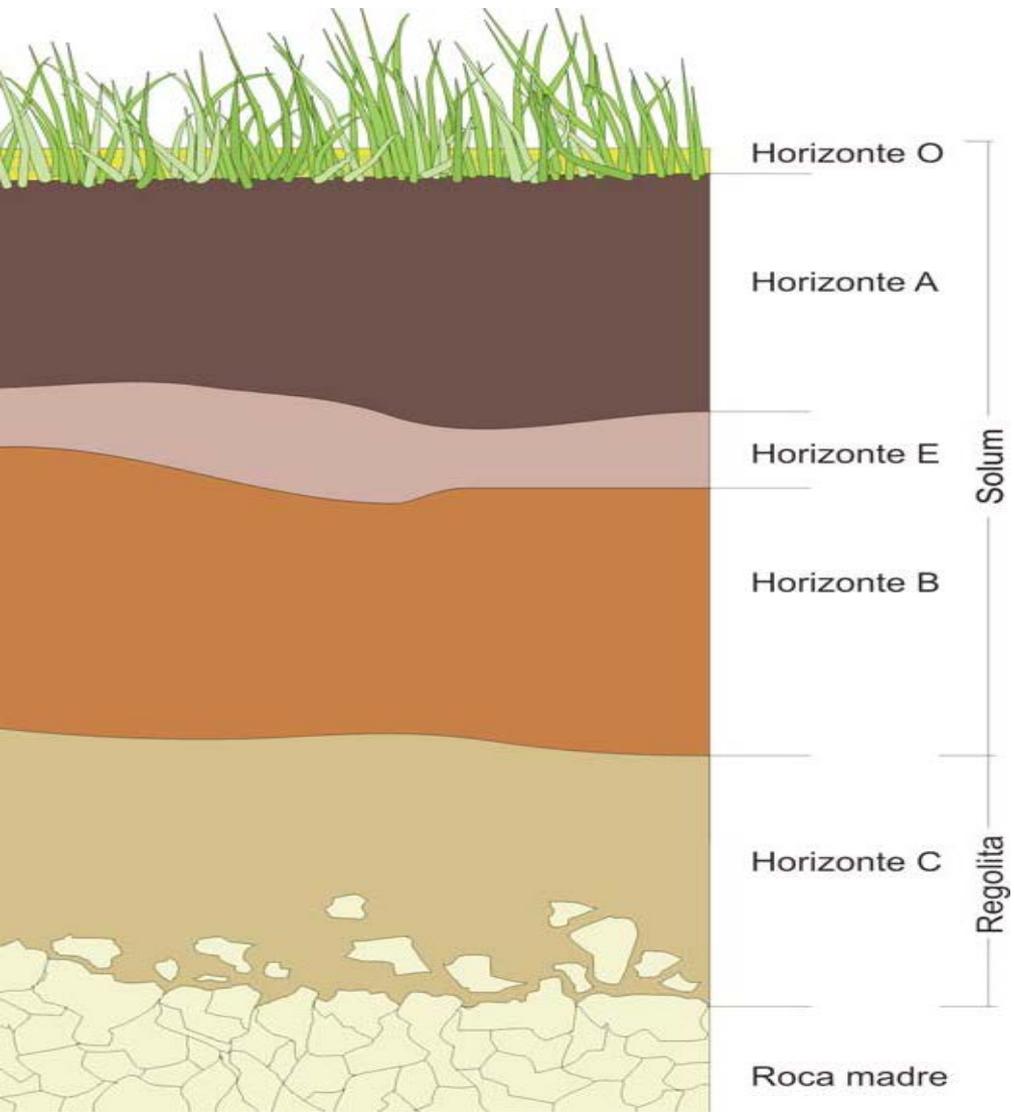


PERFIL DEL SUELO MORFOLOGIA EXTERNA E INTERNA

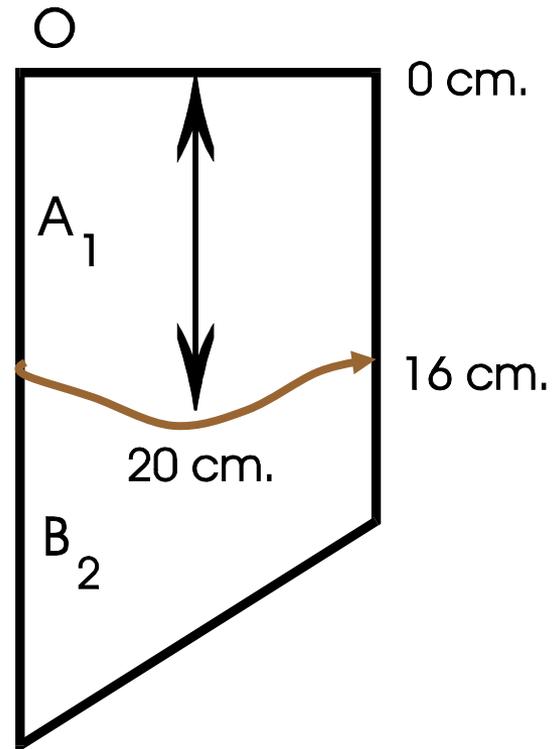
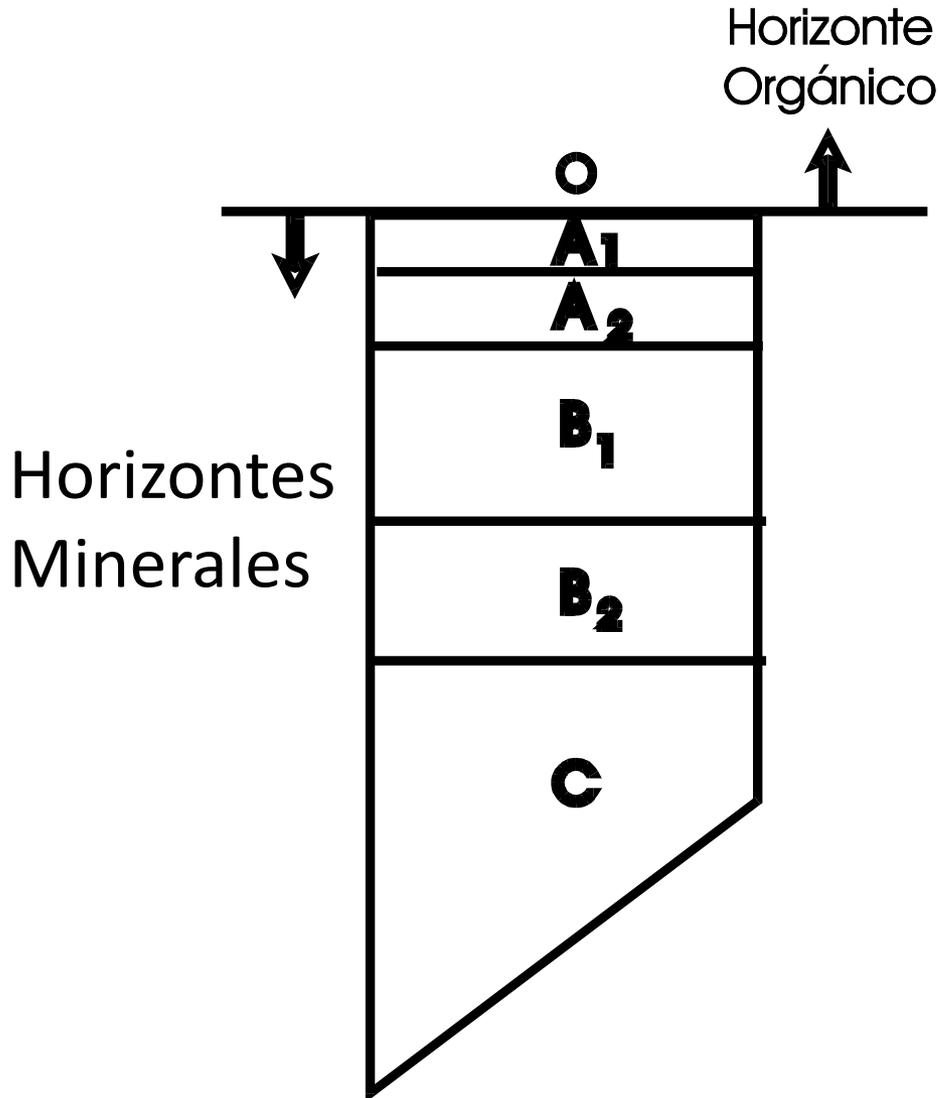
2º PARTE



Salta, 2018

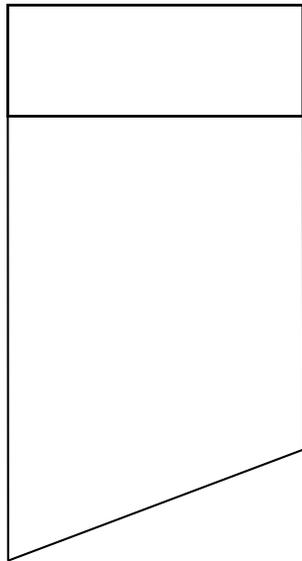


Esesor (profundidad)

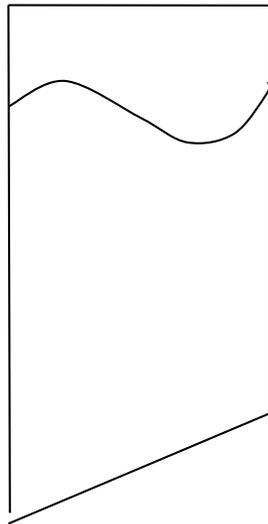


Formas del Límite

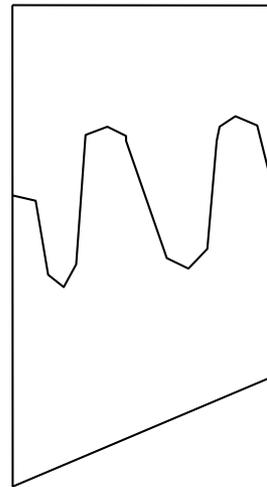
**Suave o
Plano**



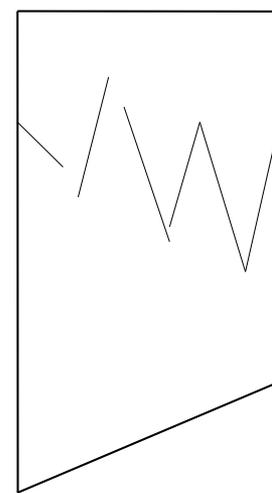
Ondulado



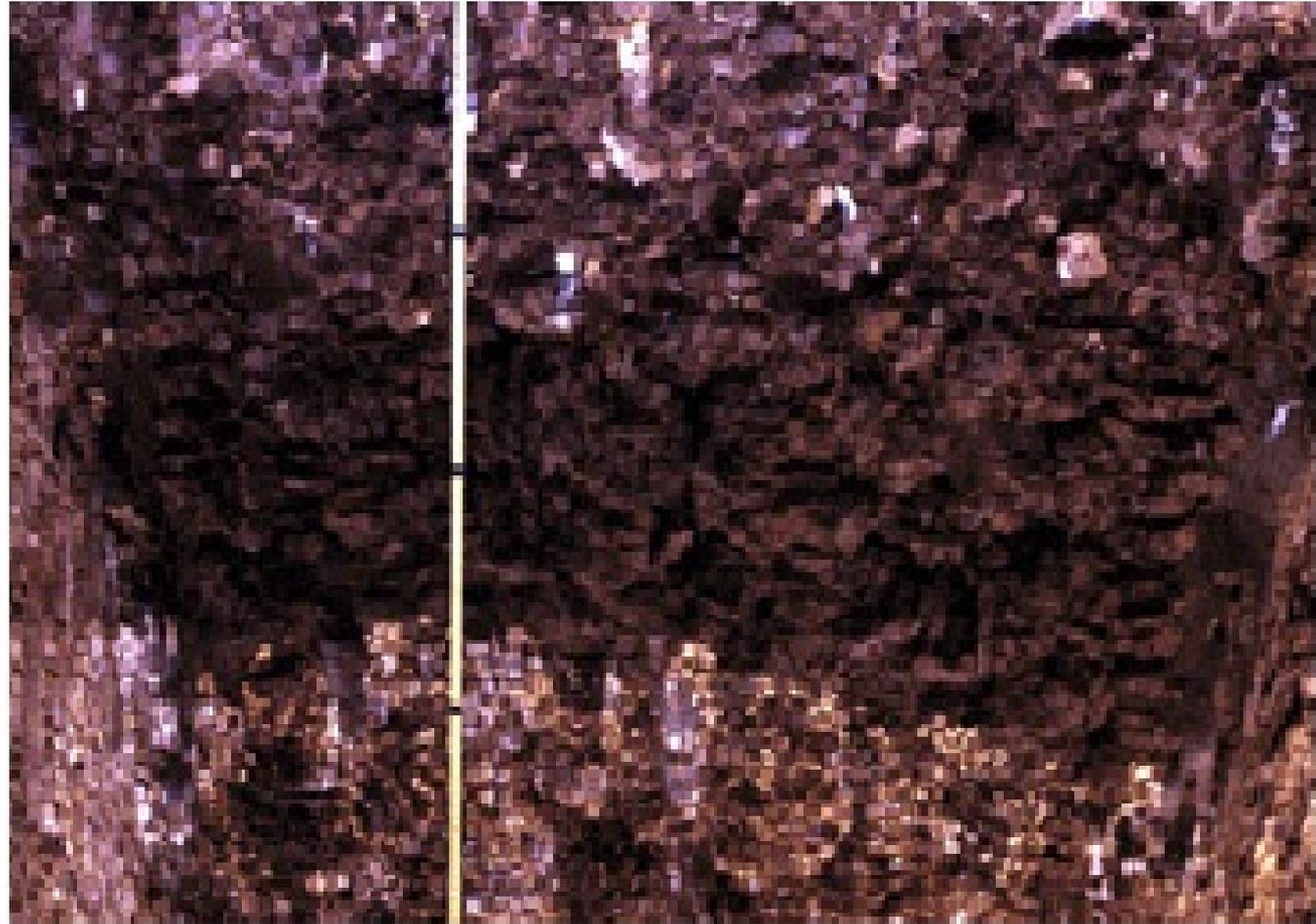
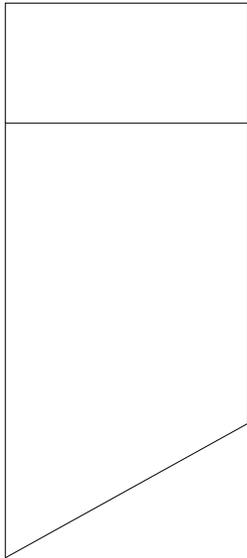
Irregular



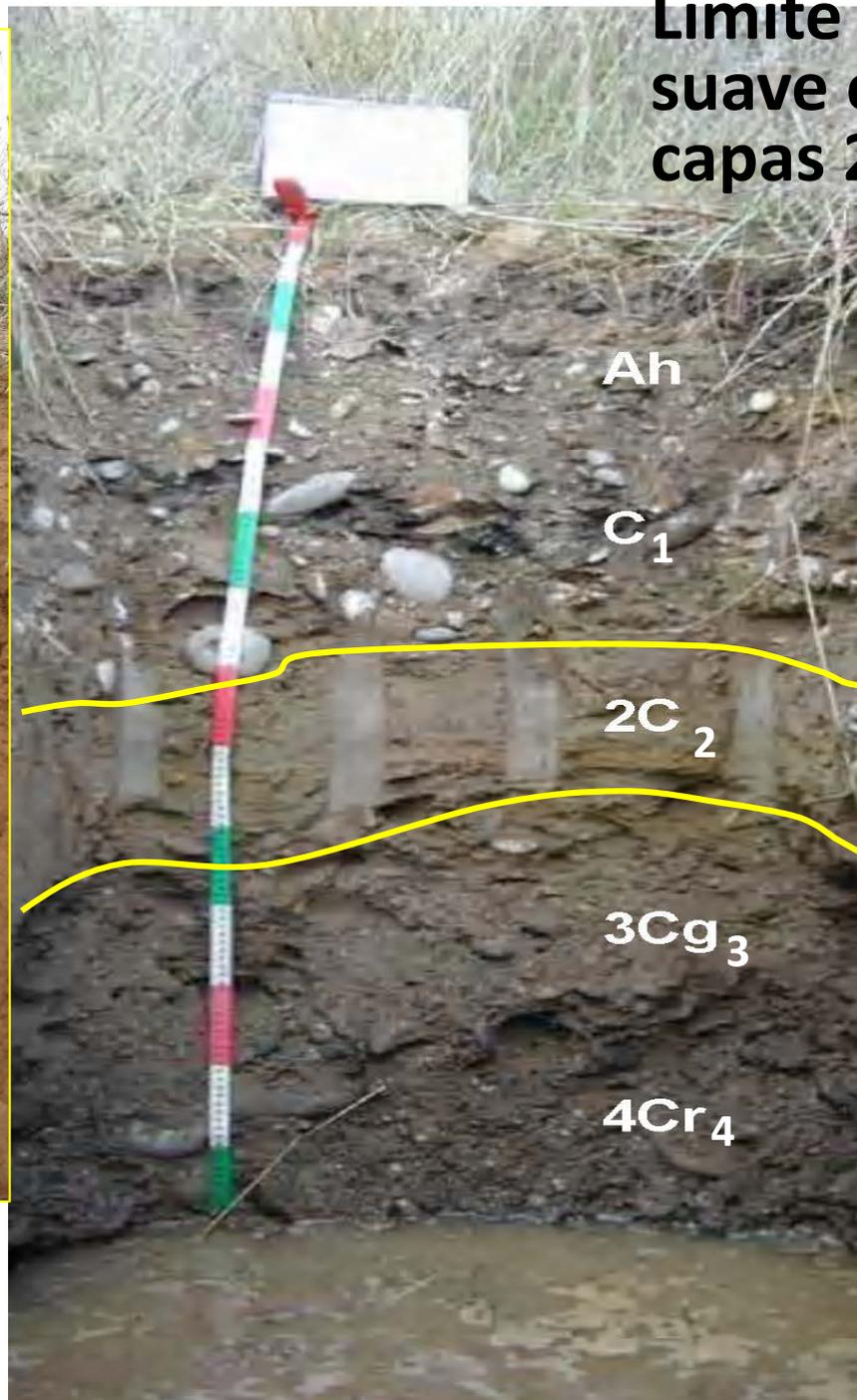
**Quebrado o
Interrumpido**



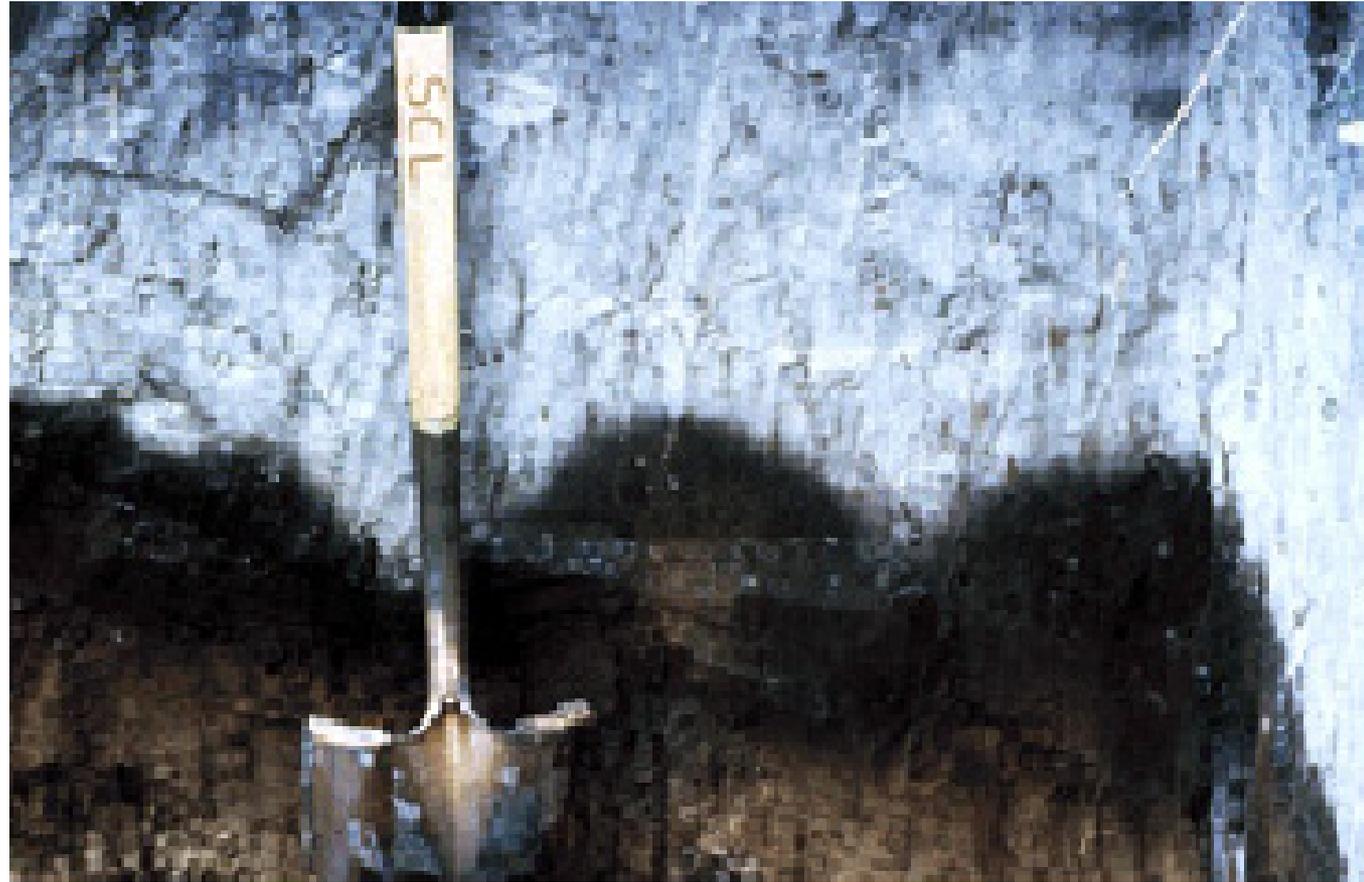
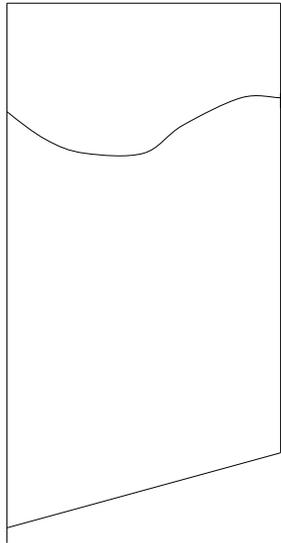
Limite Suave



Limite abrupto y suave entre dos capas $2C_2$, y $3C_3$.

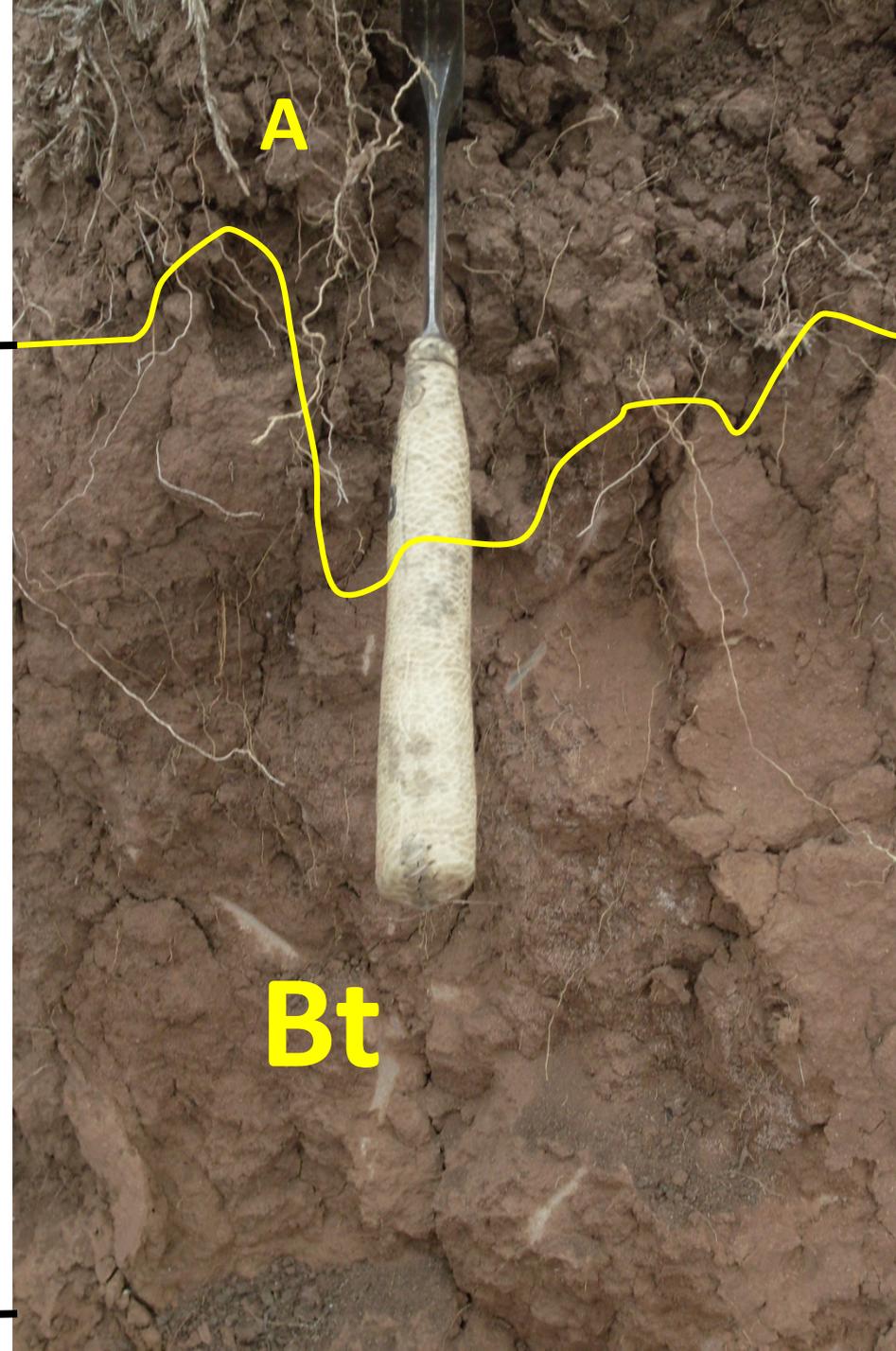


Límite Ondulado

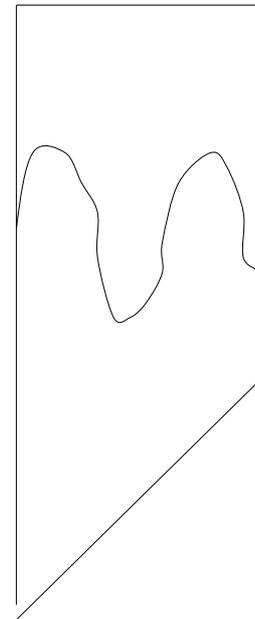
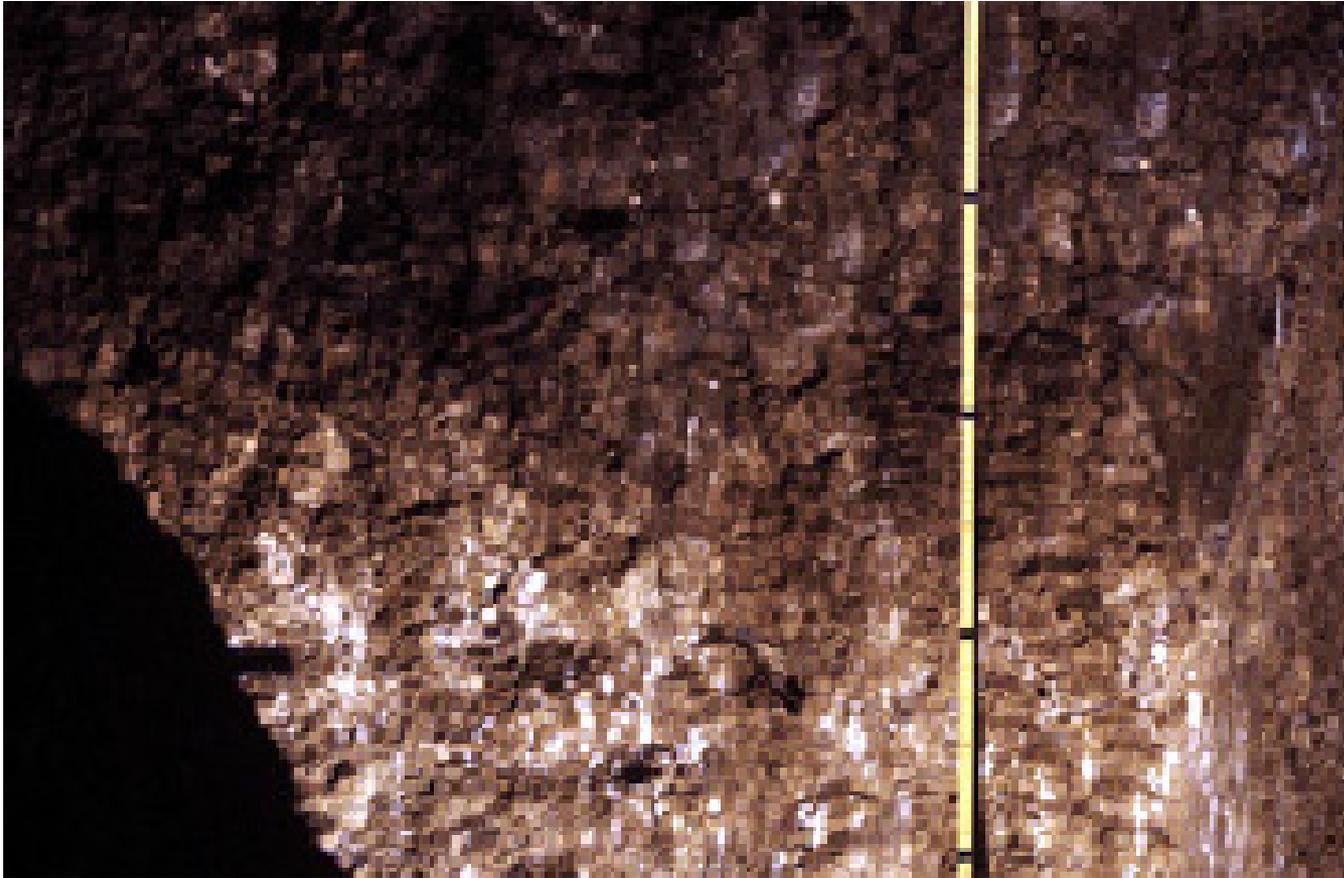




**Horizonte Bt
o Argílico de
un Alfisol**



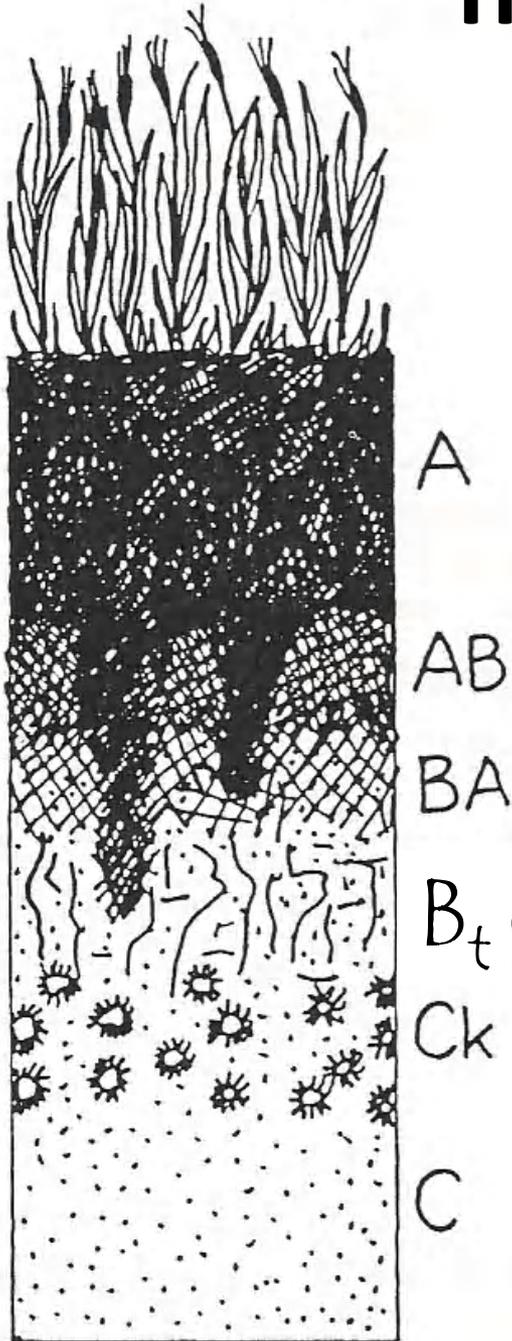
Límite Irregular



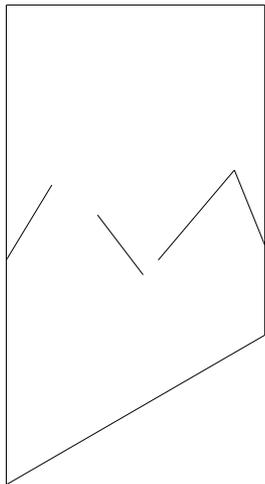
Translocación: Perfil de un

Argiudol con B_t

- Pradera con vegetación nativa de gramíneas.
- Horizonte A con alta saturación en bases. **Epipedón Mólico (espeso y con abundante MO).**
- Podrá tener horizonte transicional AB o BA
- B_t = horizonte Argílico.
- Ck = Acumulación de carbonato de calcio secundario (calcita). (Concreciones blancas).
- Material original calcáreo.

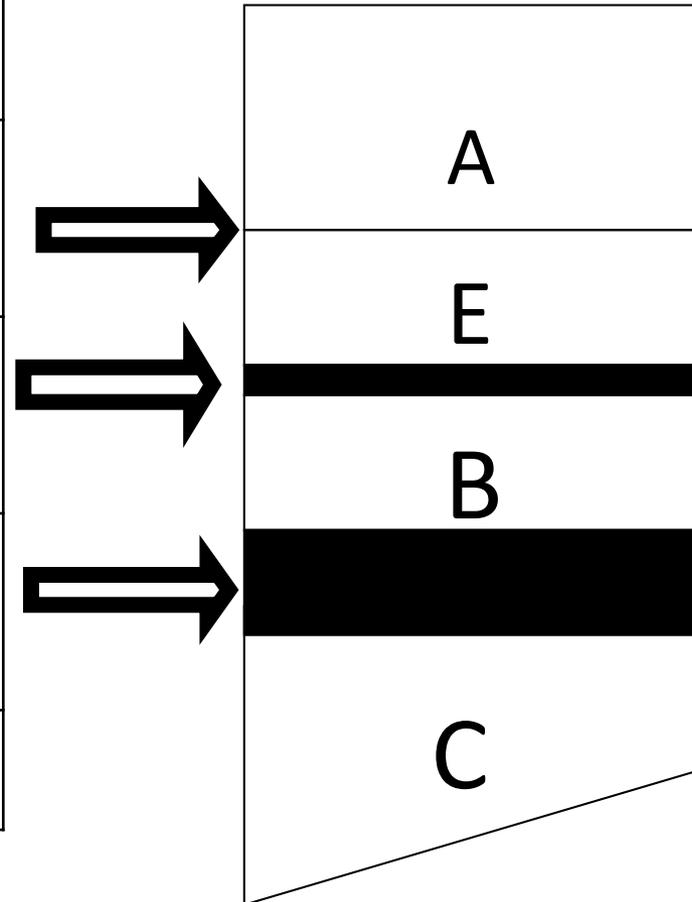


Límite Quebrado o Interrumpido



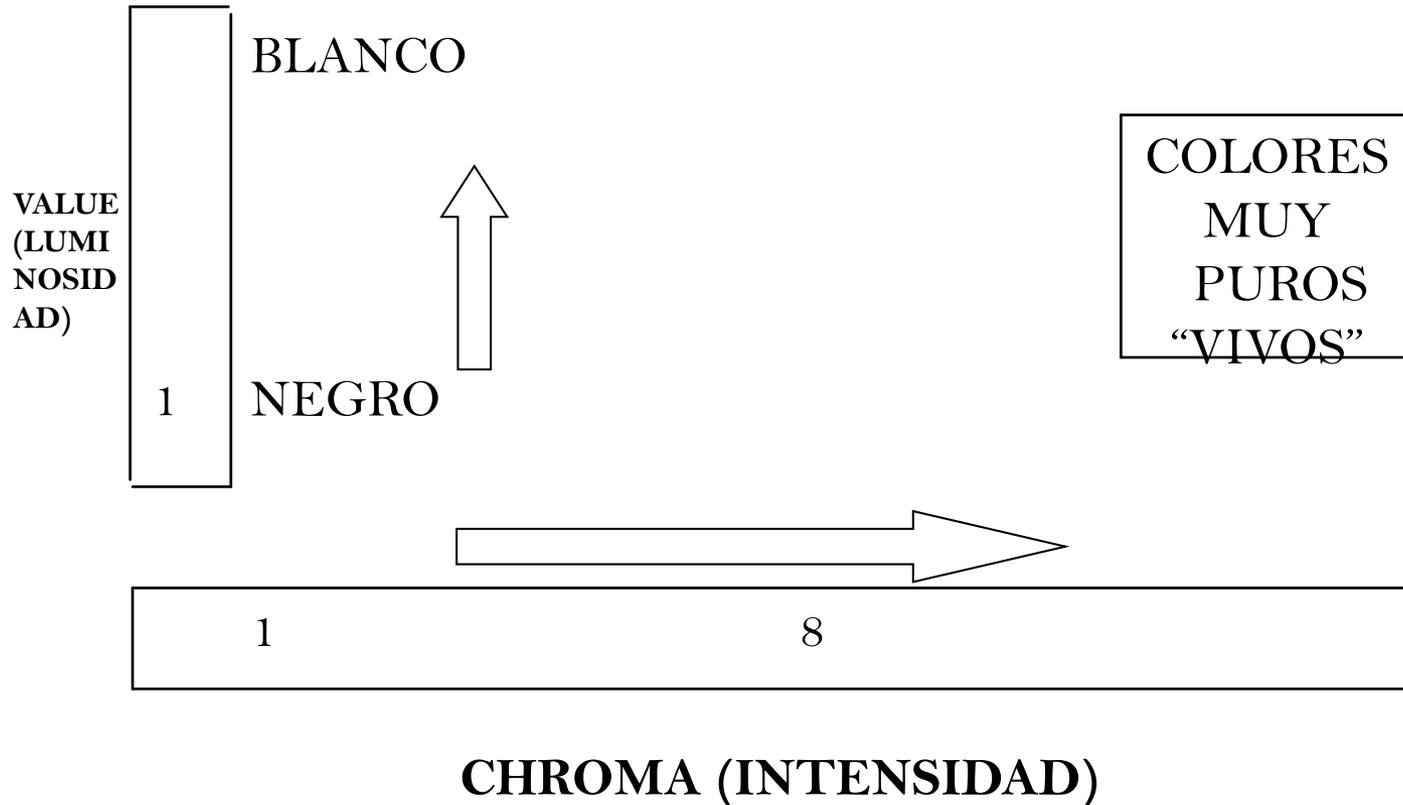
Tipos de Limites

Tipo de límite	Ancho del limite
Abrupto o brusco	< 2,5 cm.
Claro o neto	2,5 cm. - 7,5 cm.
Gradual	7,5 cm. - 12,5 cm.
Difuso	>12,5 cm.



COLOR DEL SUELO

HUE (MATIZ)



++ +

GRIS

-

1 Hue: en suelos es rojizo o amarillo

2 Value: luminosidad u oscuridad, value 0= negro

3 Cromo: Intensidad o brillo, un croma de 0 es un gris neutral.

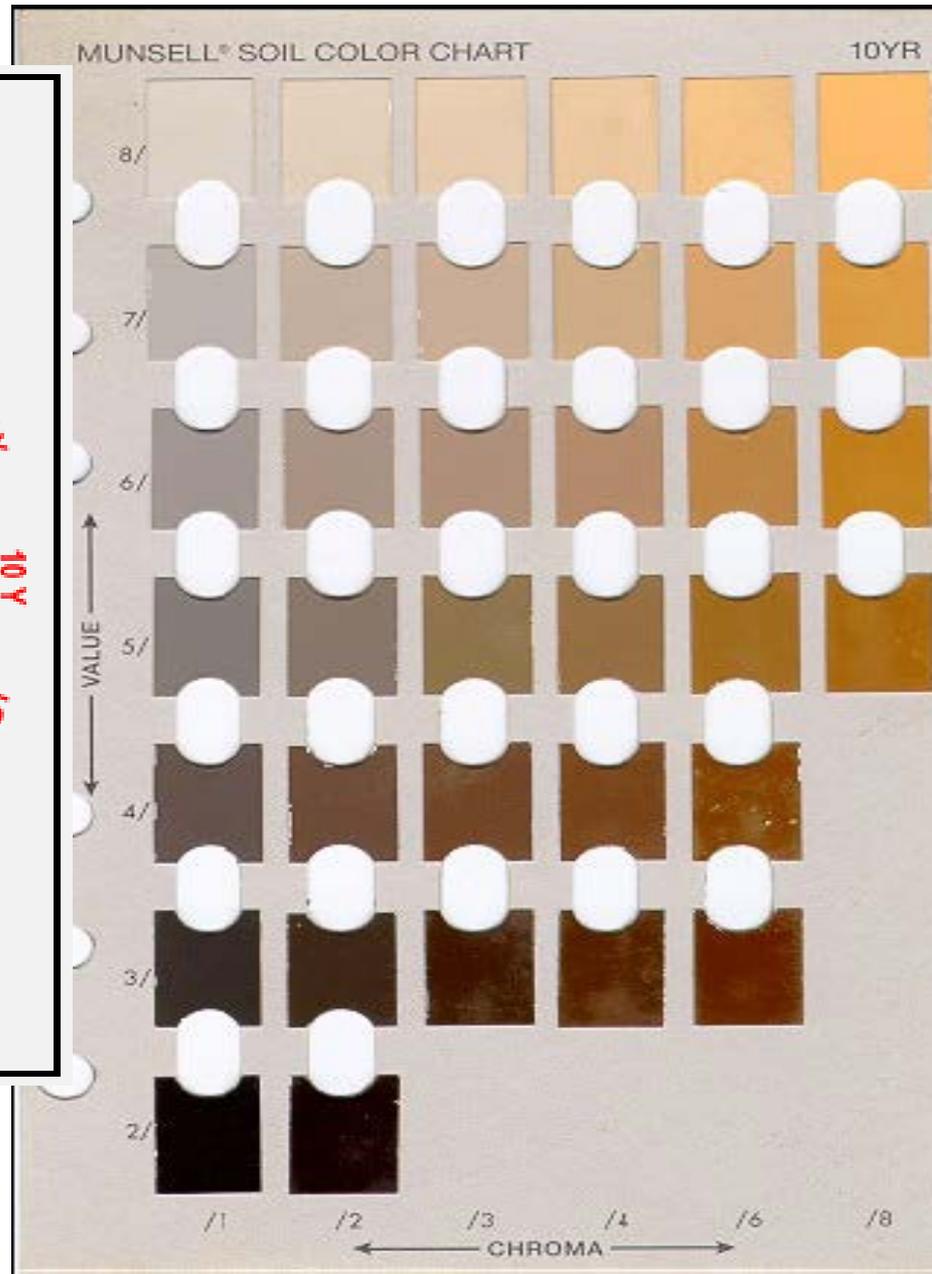
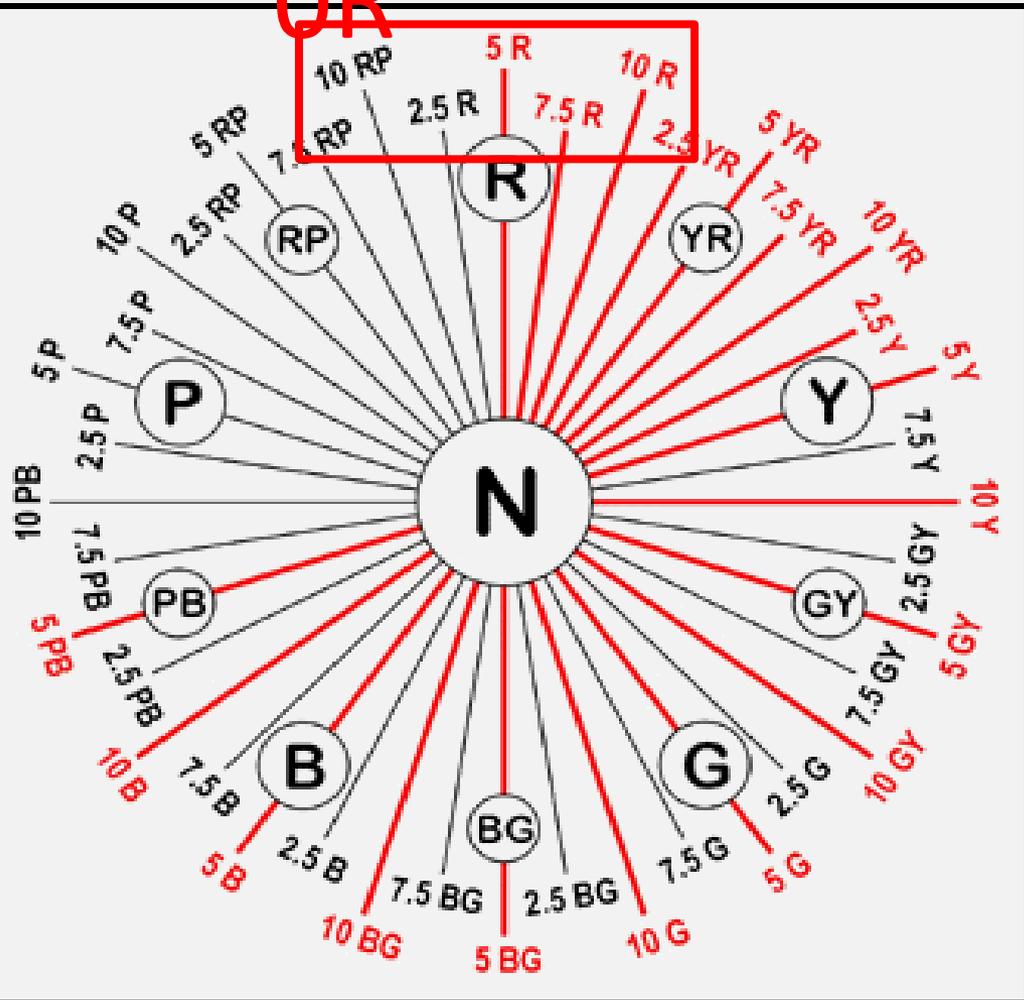
- Si mencionamos el color: **5YR 5/3**: la primera característica, 5YR, corresponde al matiz o tinte (**hue**), el cual indica la relación del color con el **rojo**, **amarillo**, **verde**, **azul** o **púrpura**, y se asigna una carta para cada matiz.
- La segunda característica, **5/**, se refiere al brillo o pureza (**value**) e indica la claridad del color; varía desde oscuro en la parte inferior de la carta hasta más claro en la parte superior.
- La tercera característica, **/3**, expresa la intensidad o saturación (**chroma**), indica la fuerza del color o su **desviación del gris**, con una misma claridad.

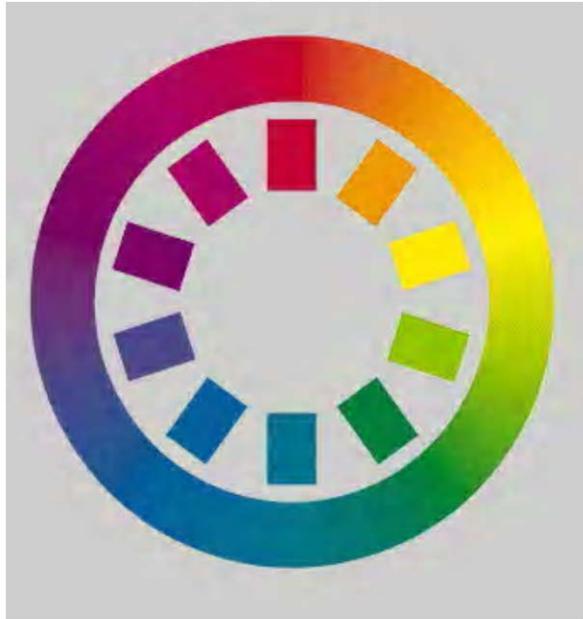
¿Qué significa el *Hue* del Código Munsell?

- El *Hue*, matiz o tono mide cuál es la longitud de onda dominante en un color dado.
- Esta se basa en un sistema que recoge los tres tonos básicos (rojo, amarillo y azul) y sus mezclas respectivas.
- La mezcla **de rojo y amarillo nos da los tonos anaranjados o marrones**, la mezcla de **amarillo y azul nos da el verde**, muy poco frecuente en suelos, y la mezcla **de rojo y azul nos da el púrpura**, inaplicable a los suelos.
- La mayoría de los suelos presentan colores rojizos (con valores de Hue comprendidos entre 5R y 2.5 YR) o marrones (5YR a 10YR).
- A un Hue de 2.5Y los colores se tornan amarillentos u oliváceos (si son oscuros).
- Los suelos sometidos a hidromorfismo (saturación por agua) muestran con frecuencia tonos azulados o verdosos (desde 10Y hasta 5G, pero muy apagados y grisáceos).

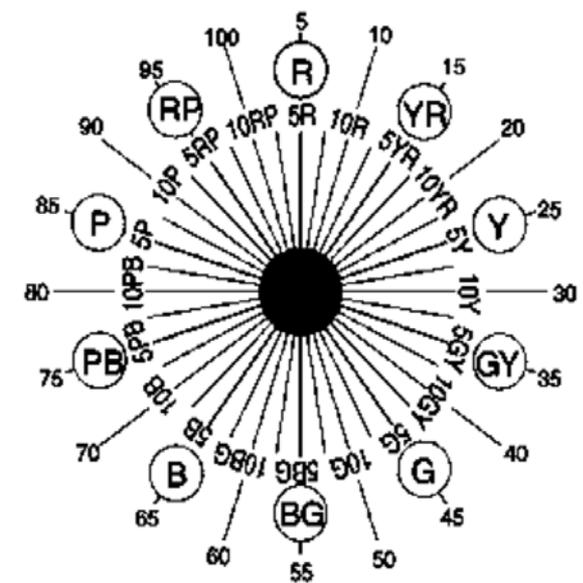
Tabla Munsell

OR





Matiz Munsell (Hue)



Designación del matiz (Hue)



Luminosidad (value)

Intensidad (Chroma)

Color

El color del suelo se relaciona con:

1. Contenido de M.O.
2. Condición de drenaje y aireación
3. Clima
4. Génesis

Material	Fórmula	Colores
Óxido ferroso	FeO	Gris azulado
Óxido férrico hidratado (Limonita)	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	Amarillentos
Óxido férrico (Hematita)	Fe_2O_3	Rojos
Materia orgánica		Oscuros

Medición del color

Tablas de MUNSELL

MATIZ (Hue): longitud de onda predominante

Blue Green Yellow Red Purple

Números y letras. Cada página es un matiz

2.5 5 7.5 10 10YR-7.5YR (más común)

VALOR (Value): brillantez o luz reflejada

0= Negro absoluto

10= Blanco absoluto

CROMA (Chroma): pureza relativa de la longitud de onda dominante

0 (gris neutro) - 20(Negro, nunca presente en suelos)

10YR 6/4

10YR: Matiz 6: Valor 4: Croma

Tabla Munsell: Matiz 2.5YR

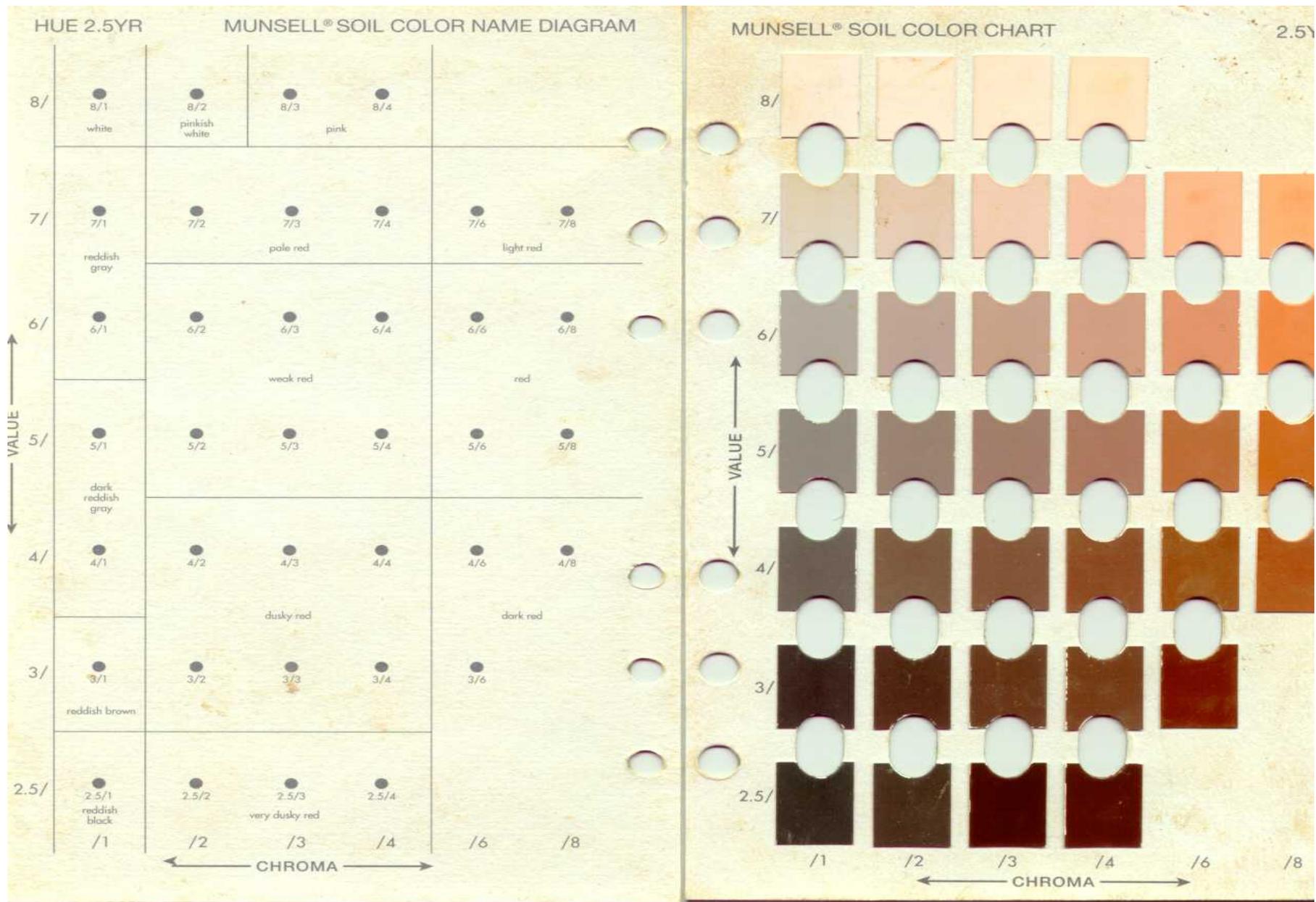


Tabla Munsell: Matiz 5YR

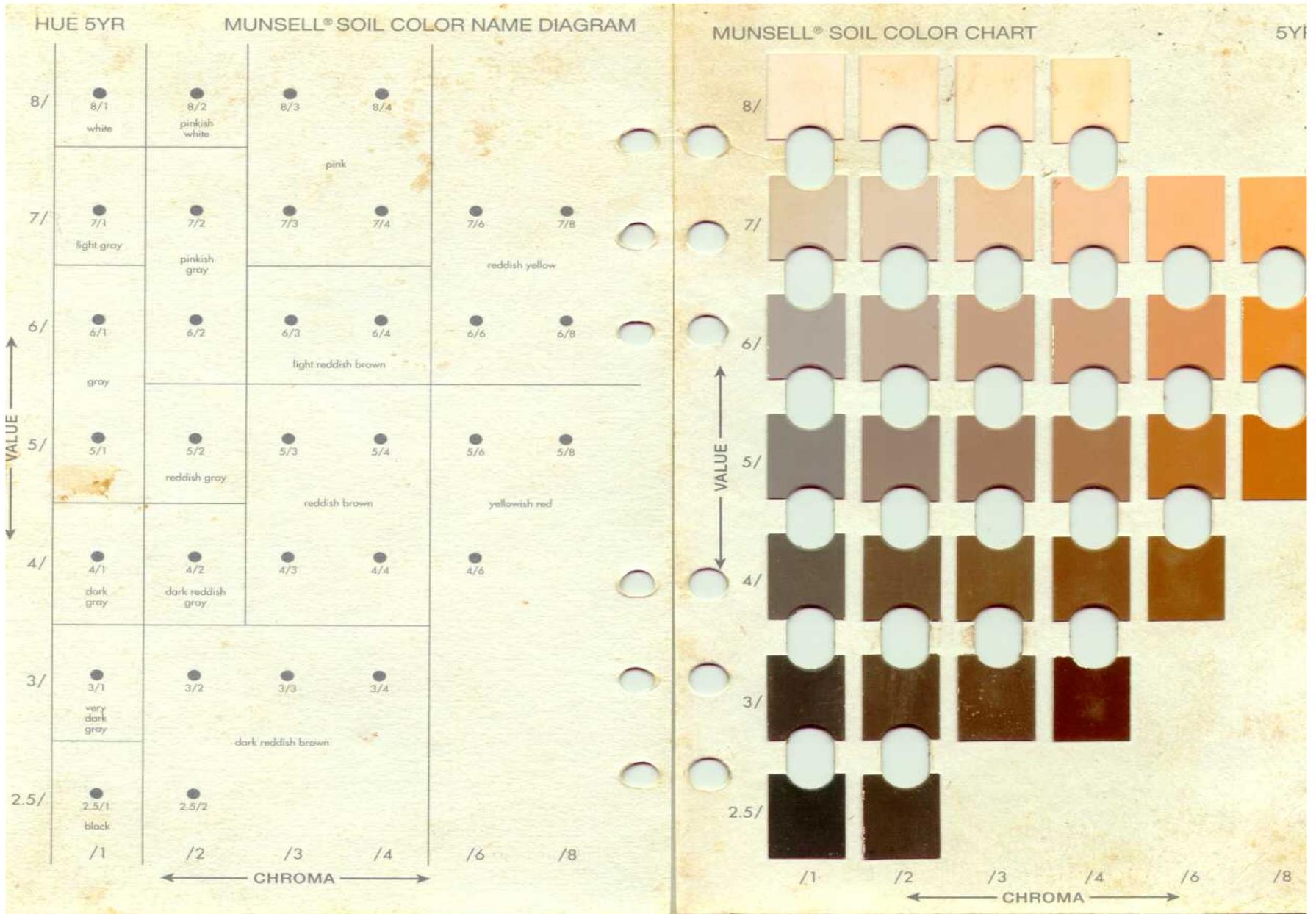


Tabla Munsell: Matiz 7.5YR

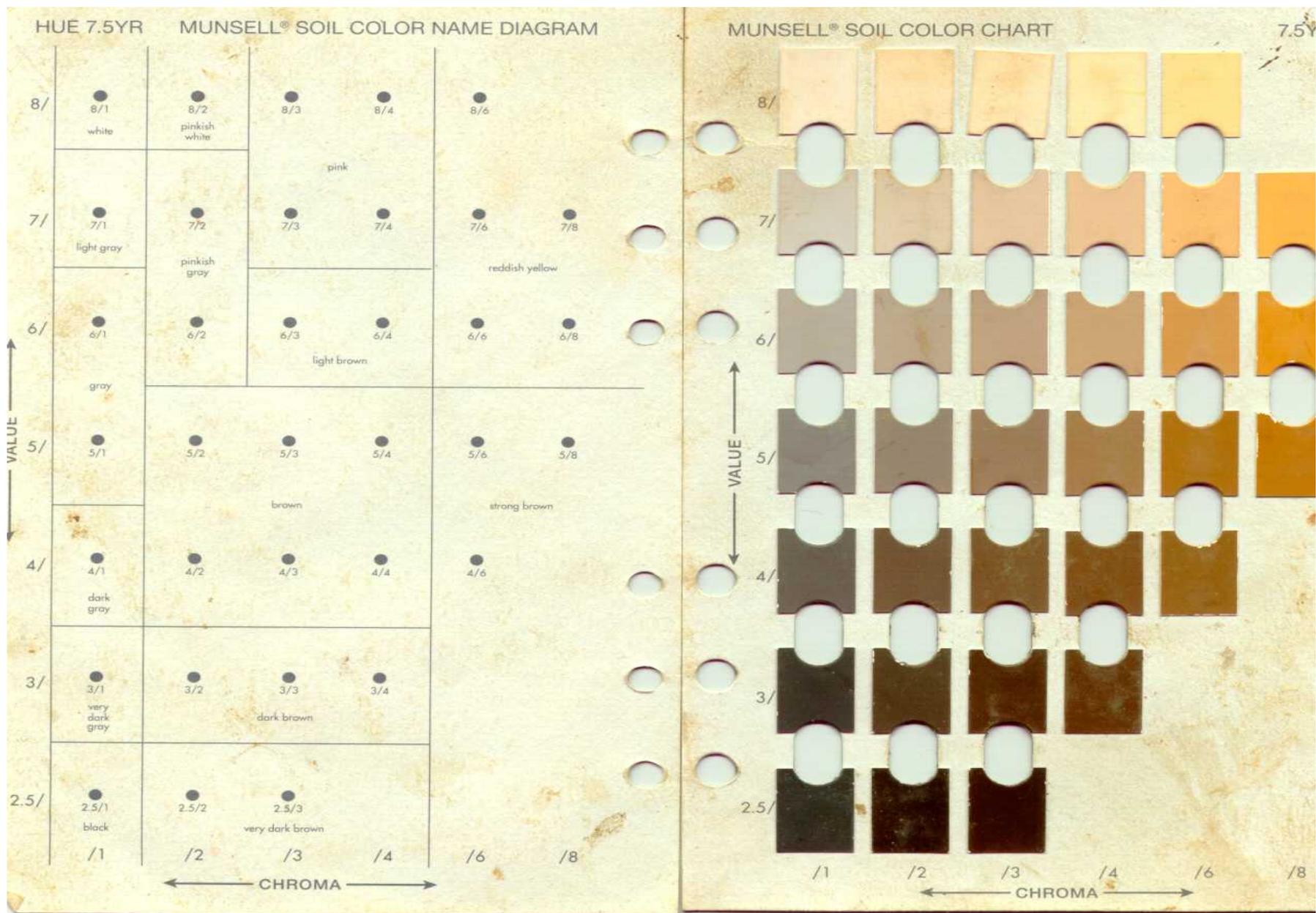
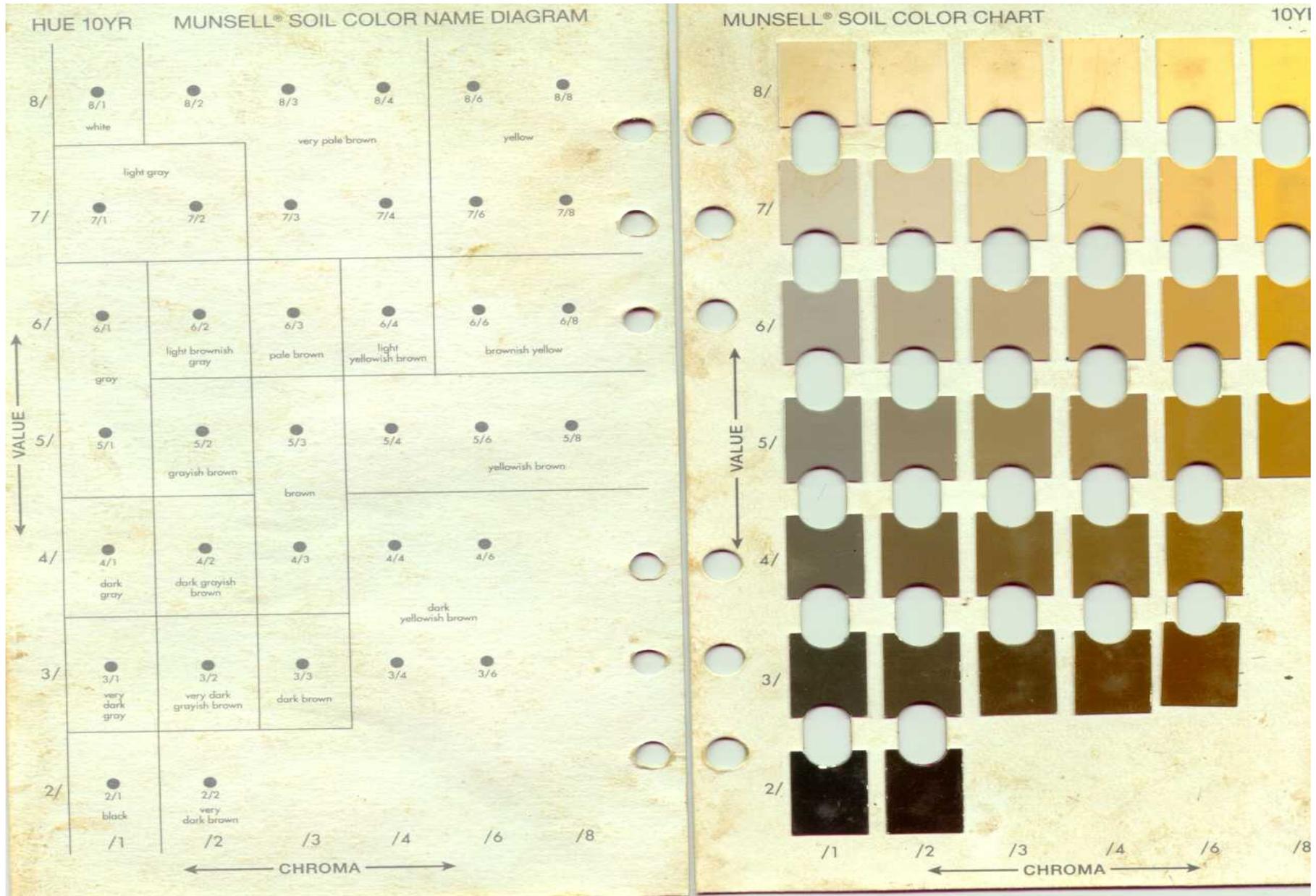


Tabla Munsell: Matiz 10YR



Resumen

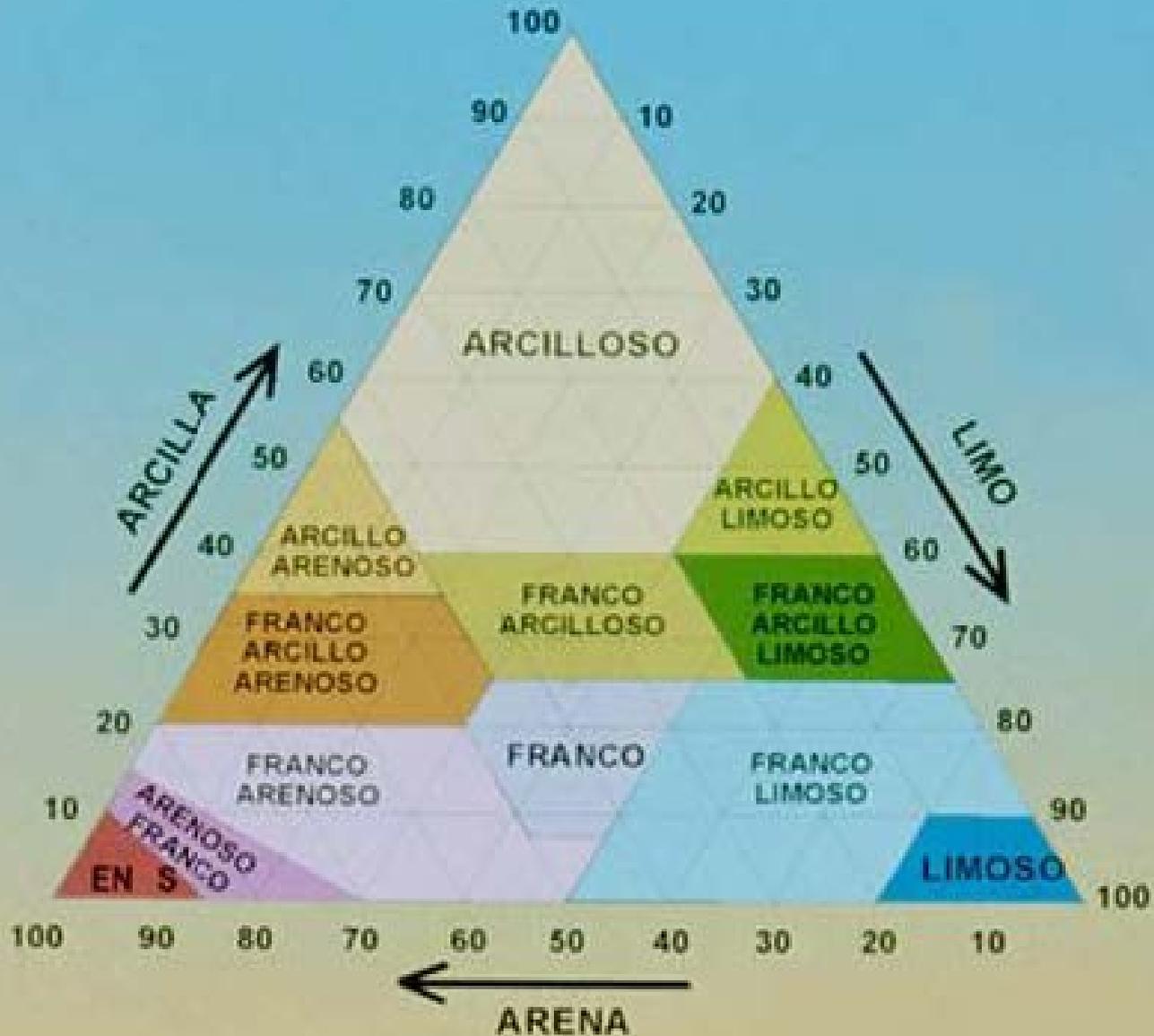
Material	Colores
Materia orgánica	Oscuros
REDOX	
Buen drenaje	Rojos
Hidratados	Amarillos
Mal drenaje-reducido	Gris
Nivel freático fluctuante	Moteado gris-rojo
CLIMA	
Frío	Oscuros
Cálido-Húmedo-Poco drenado	Oscuros
Cálido-Húmedo-Buen drenaje	Rojo-Amarillo
Intermitencia	Moteado
GÉNESIS Y CLASIFICACIÓN	
Viejos	Rojos

Clasificación de la Textura

- Textura: se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla (menor a 2 mm) de la masa del suelo y constituyen las clases texturales.
- Granulometría: tamaño de los granos de los componentes minerales del suelo.

Fracción del suelo	Sistema USDA (Sist. del Departamento de Agricultura de los EEUU)	Sistema Internacional o Atterberg
	Diámetros límites en mm	
<i>Arena muy gruesa</i>	2,00-1,00	
<i>Arena gruesa</i>	1,00-0,50	2,00-0,20
<i>Arena media</i>	0,50-0,25	
<i>Arena fina</i>	0,25-0,10	0,20-0,02
<i>Arena muy fina</i>	0,10-0,05	
<i>Limo</i>	0,05-0,002	0,02-0,002
<i>Arcilla</i>	<0,002	<0,002

TRIÁNGULO TEXTURAL

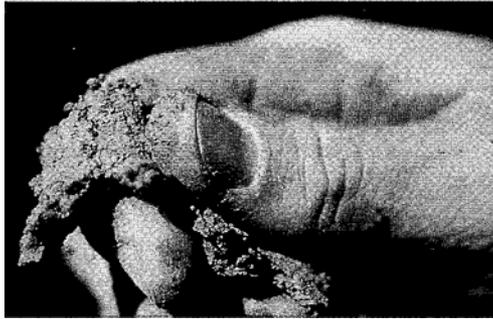




MÉTODO PARA DETERMINAR TEXTURA AL TACTO

- Se amasa una muestra de suelo húmedo del tamaño de una nuez en una masilla de consistencia uniforme, añadiéndole **uniformemente agua** si es necesario. Este paso puede tardar unos minutos. A veces los grumos de arcilla y limo se pueden sentir como granos de arena. **El suelo debe estar húmedo.**
- Mientras se aprieta y amasa la muestra, tenga en cuenta su **maleabilidad, adhesividad y plasticidad**, todas propiedades asociadas con el **contenido de arcilla**.
- Con alto **contenido de limo**, una muestra se **siente suave y sedosa**, con poca **adhesividad o resistencia a la deformación**.
- Un suelo con importante **contenido de arena** se siente **RUGOSO Y ÁSPERO** y se siente ruido de crujido cuando se lo aprieta entre los dedos.
- Obtener sensación de la cantidad de arcilla **tratando de exprimir una bolilla de suelo húmedo entre el dedo pulgar y el índice, y se hace una cinta de suelo. Haga la cinta tan larga como sea posible hasta que se quiebre por su propio peso.**

Método del tacto



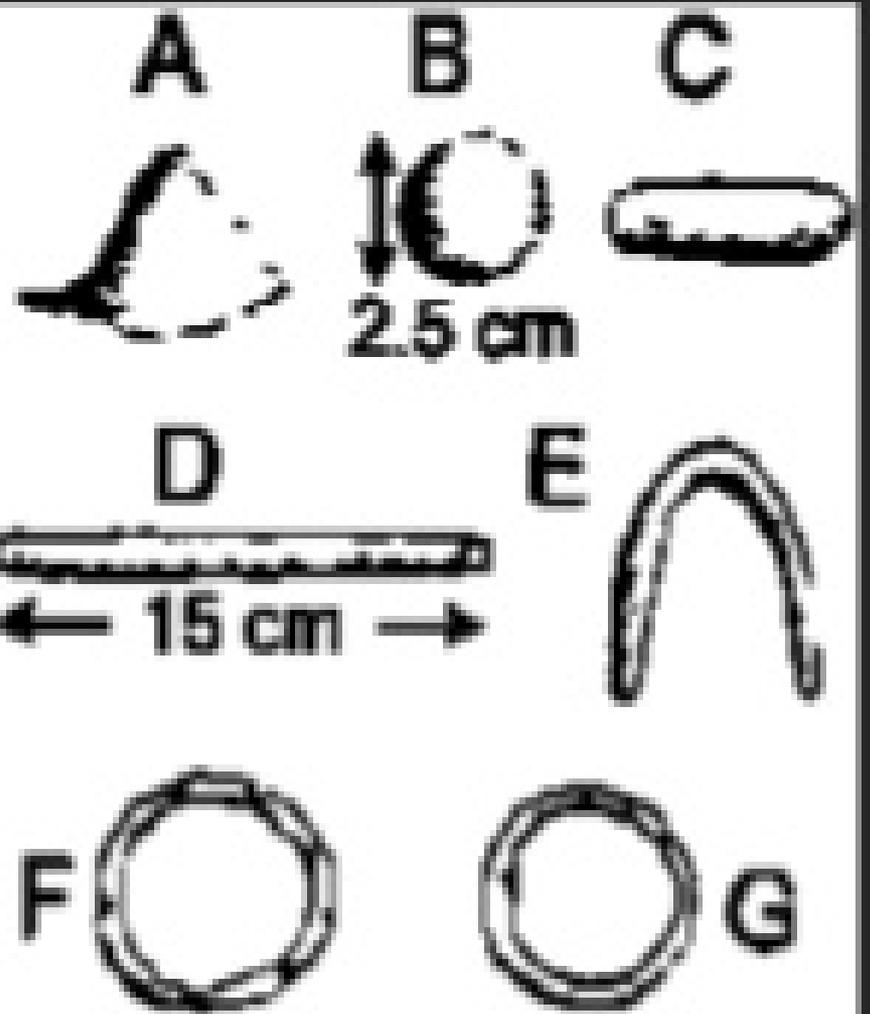
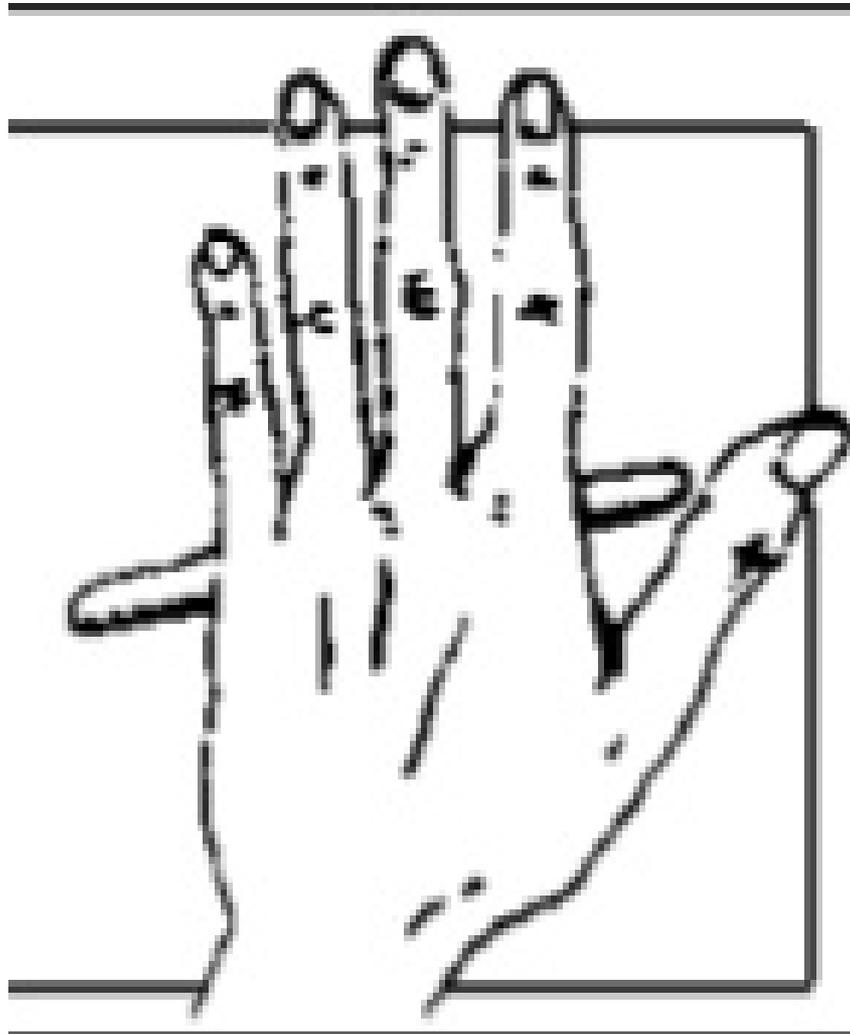
La **apariencia arenosa** y no cohesiva de la cinta corta de un suelo **franco arenoso** con alrededor del 15% de arcilla.



La apariencia lisa y suave con características deleznable de la cinta de un suelo **franco limoso**.



El aspecto liso y brillante de una cinta flexible y larga de **arcilla**.





Método de Tacto y Visual

Suelos de Textura Gruesa

(Arenosos)



25-50%



50-75%



75-100%



Método de Tacto y Visual

Suelos de Textura Media

(Franco)



25-50%



50-75%



75-100%



Método de Tacto y Visual

Suelos de Textura Fina o muy fina (arcilloso)



25-50%



50-75%



75-100%



(+)

contenido de humedad

(-)

CLASES TEXTURALES

▶ Cada fracción tiene un comportamiento diferente y su incidencia en el conjunto no es la que cabría esperar de su proporción, sino que algunas tienen más carácter que las restantes.

▶ Una **textura es arcillosa** cuando el contenido en ese componente supera el 40% o el 35% si se dan otras circunstancias.

▶ Para considerar el carácter **arenoso** se requiere como mínimo un 70% de arena o un **80% de limo** para otorgar este carácter a la muestra.

▶ **La actividad de la arcilla** es mucho mayor que la de las otras fracciones y **pequeños contenidos se hacen notar de inmediato**.

- ▶ **El contenido en arcilla** y sobre todo su relación con el de los **horizontes C o R**, es un signo de evolución del suelo.
- ▶ Su distribución a lo largo del perfil es también un indicador de los procesos que han tenido lugar en su formación.
- ▶ Al principio, el **contenido en arcilla** es máximo en el **horizonte A** debido a la intensa alteración bioquímica; cuando el suelo se forma, **la alteración geoquímica crea los horizontes Bw de alteración.**
- ▶ Cuando el **contenido en arcilla del horizonte B** es notablemente más alto que en los restantes es posible que exista un proceso de **iluviación** con formación de un **horizonte Bt**, que a veces puede llevar asociado un **horizonte E** en el que se produce un **mínimo en la concentración de la fracción arcilla.**

ESTRUCTURA

Es la agregación de partículas primarias (arena, limo y arcilla) del suelo en partículas secundarias o peds.

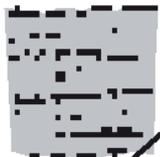
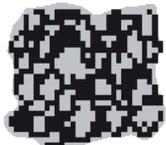
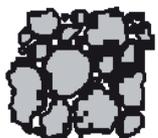
		Tipo: forma y disposición de los agregados					
Clase en mm	En forma de láminas	En forma de prismas: partículas alrededor de un eje .4Forma de prisma		En forma de poliedros regulares o esferoides: disposición alrededor de un punto			
				Bloques con superficies planas o curvas moldeadas por los vecinos		Esferoides con superficies planas o curvas sin acomodación a la forma de los vecinos	
		Cabeza no redondeada	Cabeza redondeada	Caras planas y vértices angulosos	Caras curvas y vértices redondeados	Agregados relativamente no porosos	Agregados muy porosos
	Laminar	Prismática	Columnar	Bloques angulares	Bloques subangulares	Granular	Migajosa
Muy fina	<1 mm	<10	=	<5	=	<1 mm	=
Fina	1-2	10-20	=	5-10	=	1-2	=
Media	2-5	20-50	=	10-20	=	2-5	=
Gruesa	5-10	50-100	=	20-50	=	5-10	=
Muy gruesa	<10	>100	=	>50	=	<10	=

Tipos de estructura del suelo y su formación

Con estructura

Sin estructura

Granos simples
Masiva (coherente)
Laminar (coherente)



Si

Formado por cementación de los precipitados de: carbonatos, yeso, humus, hierro, sílice

Carbonates

Gypsum

Humus

Iron

Silica

Formado por ensamblaje

(biótico)

Formado por separación

(abiótico)

Formado por fragmentación o compactación

Migas



Granular

Worm-casts

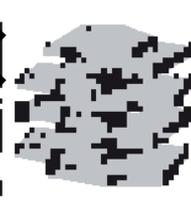
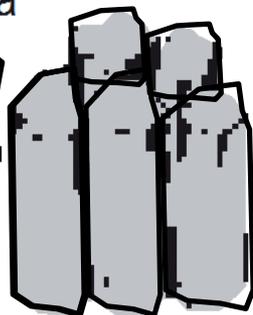
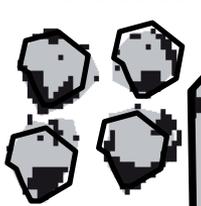
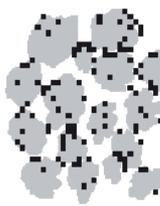
Subangular blocosa

Angular blocosa

Prismática

Columnar

Laminar



Moldes de lombrices

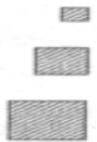
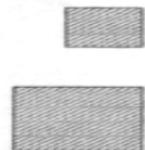
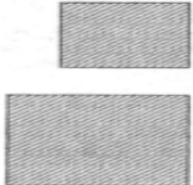
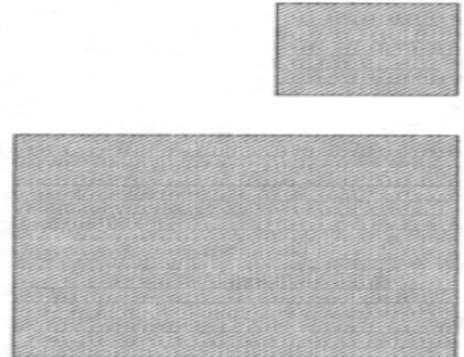
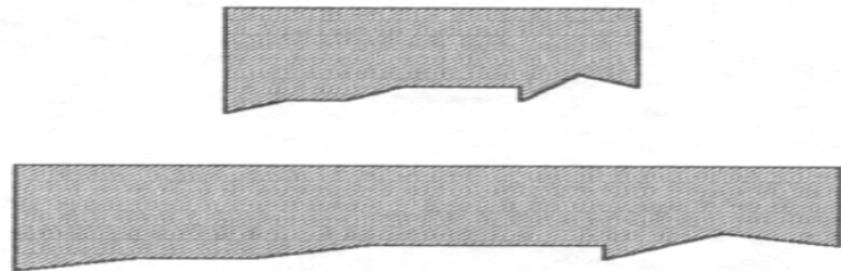
Estructuras del suelo, horizontes del perfil y procesos de formación

Tipo	Ubicación en el suelo	Proceso de formación
Granular	Horizonte A.	Agregación por agentes biológicos: materia orgánica, hifas de hongos, raíces finas, excreciones de organismos.
Planar	Sobre el horizonte A, E y otros superficiales. Horizontes C. Petrocálculos, Duripanes.	Depósito sedimentario. Piso de arado: compresión vertical por compactación. Heredada del material parental.
Prismática y columnas	Horizonte B con textura arcillosa uniforme, raíces finas, pocos fragmentos de grava o gruesos, secado lento.	Compresión horizontal, expansión y compresión.
En bloques	Horizonte B con textura arcillosa y fragmentos gruesos, diferentes tamaños de raíces.	Expansión y compresión de materiales arcillosos no homogéneos.

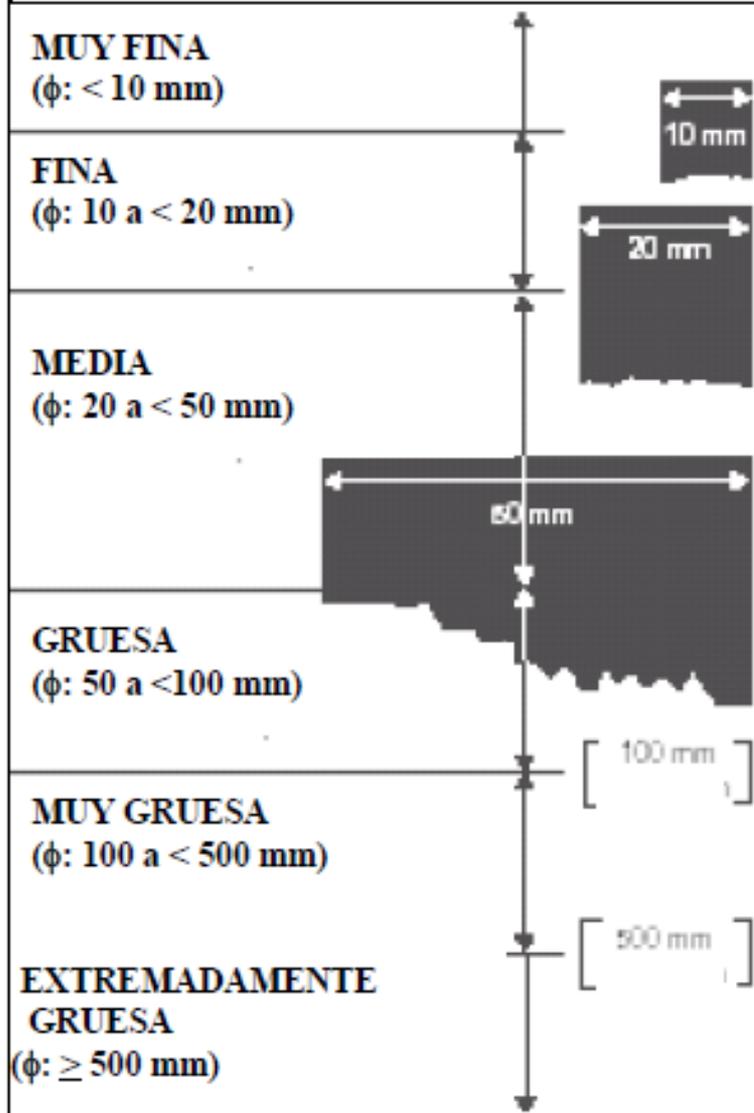
Parámetros para definir la estructura

- Tipo: forma y disposición de los agregados
- Clase: tamaño de los agregados
- Grado: Resistencia que ofrece el agregado a ser desarmado entre los dedos de la mano. Adhesión y cohesión. Pueden ser:
 - **Débiles, Moderados o Fuertes.**

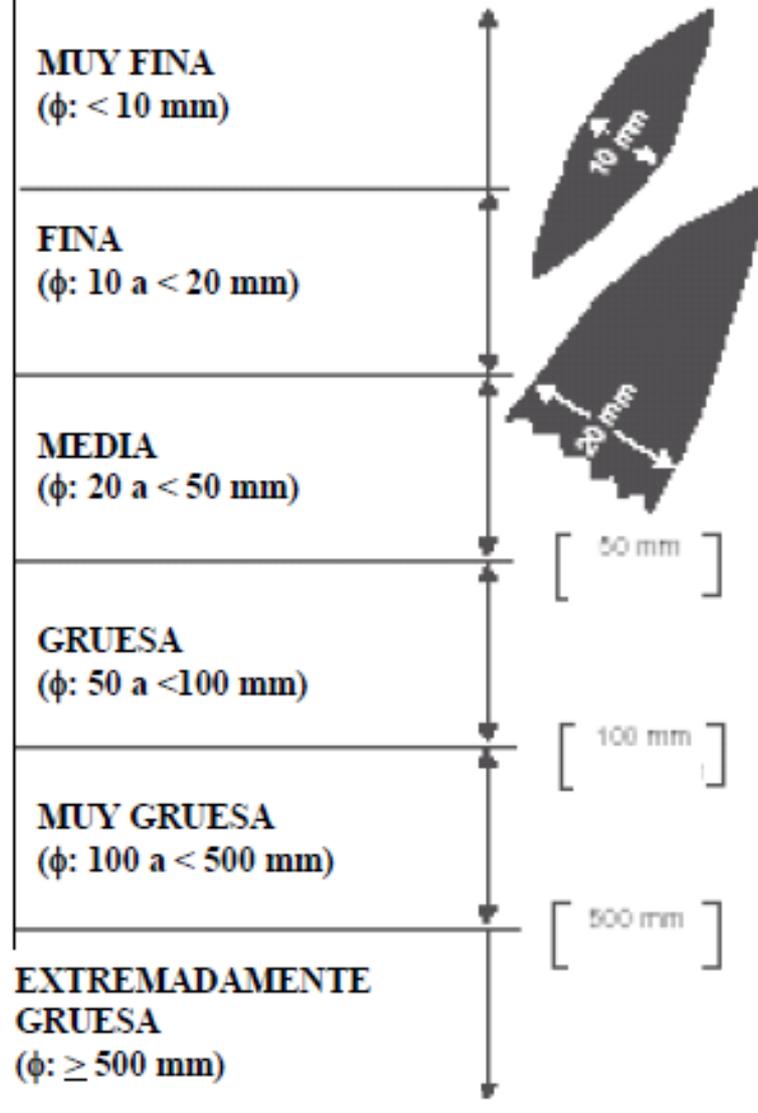
TIPOS Y CLASES DE ESTRUCTURA (I)

ANGULAR Y SUBANGULAR	PRISMÁTICA O COLUMNAR
<p>MUY FINAS menos de 5 mm de diámetro</p> 	<p>MUY FINAS, menos de 10 mm de ancho</p> 
<p>FINAS 5 - 10 mm de diámetro</p> 	<p>FINAS, de 10 - 20 mm de ancho</p> 
<p>MEDIAS 10 - 20 mm de diámetro</p> 	<p>MEDIAS, de 20 - 50 mm de ancho</p> 
<p>GRUESAS 20 - 50 mm</p> 	<p>GRUESAS, 50 - 100 mm de ancho</p> 

PRISMAS/COLUMNAS



CUÑAS



LAMINAS

MUY DELGADA
(ϕ : < 1 mm)



DELGADA
(ϕ : 1 a < 2 mm)



MEDIA
(ϕ : 2 a < 5 mm)



GRUESA
(ϕ : 5 a < 10 mm)



MUY GRUESA
(ϕ : \geq 10 mm)



GRANULOS

MUY FINA
(ϕ : < 1 mm)



FINA
(ϕ : 1 a < 2 mm)



MUY GRUESA
(ϕ : \geq 10 mm)

BLOQUES ANGULARES Y SUBANGULARES

MUY FINA
(ϕ : < 5 mm)



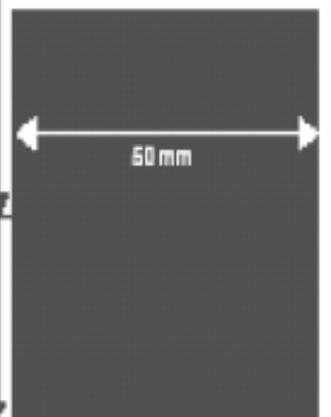
FINA
(ϕ : 5 a < 10 mm)



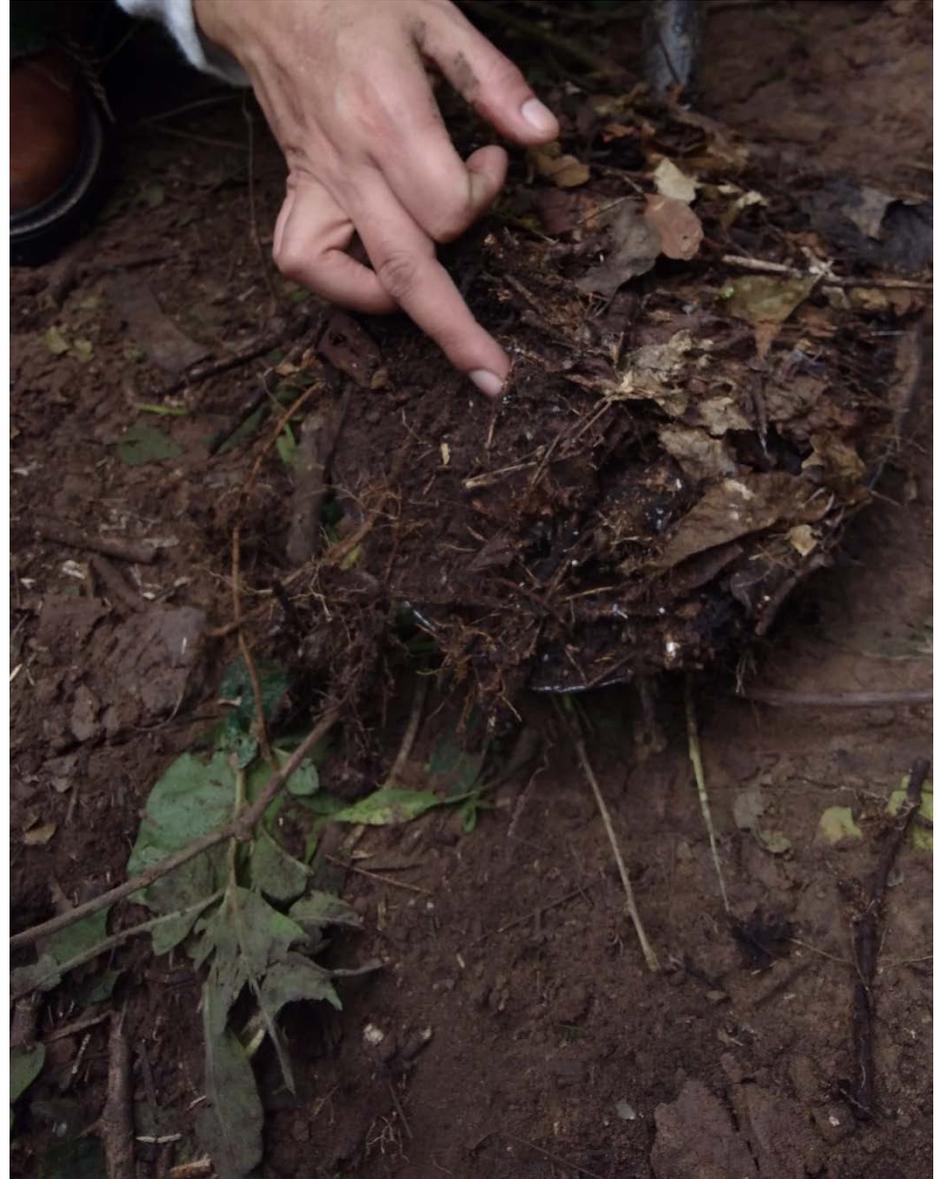
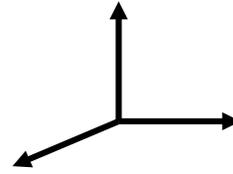
MEDIA
(ϕ : 10 a < 20 mm)



MUY GRUESA
(ϕ : > 50 mm)



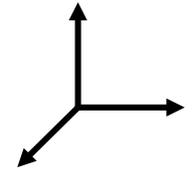
Estructura Esferoidal Migajosa



Estructura Esferoidal Granular

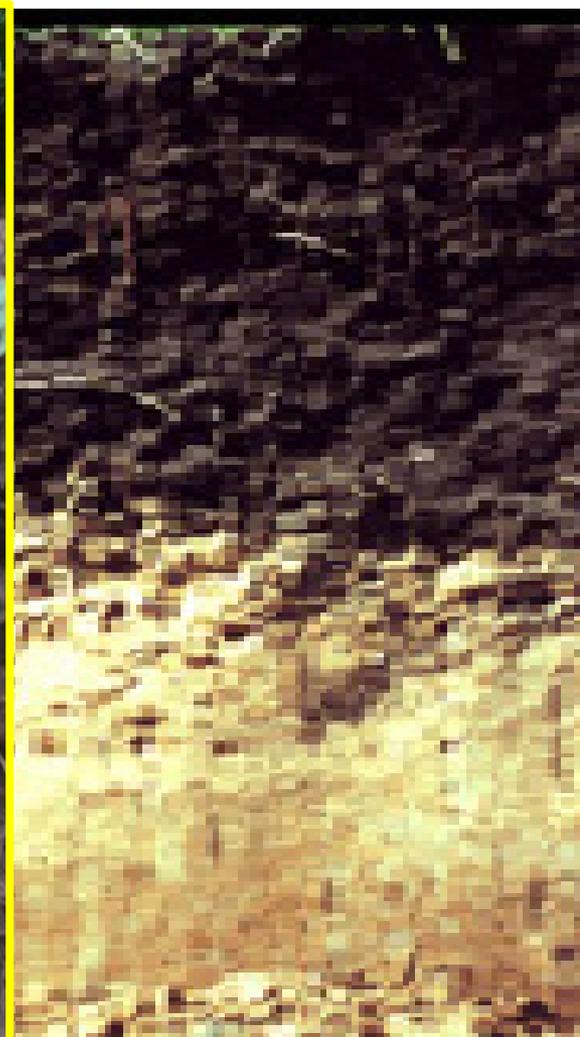


Estructura Esferoidal

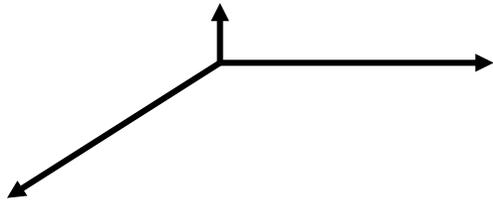


Granular

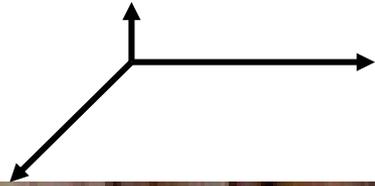
Migajosa



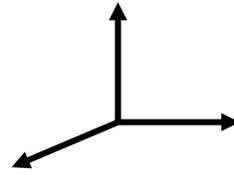
Estructura Laminar



Estructura Laminar

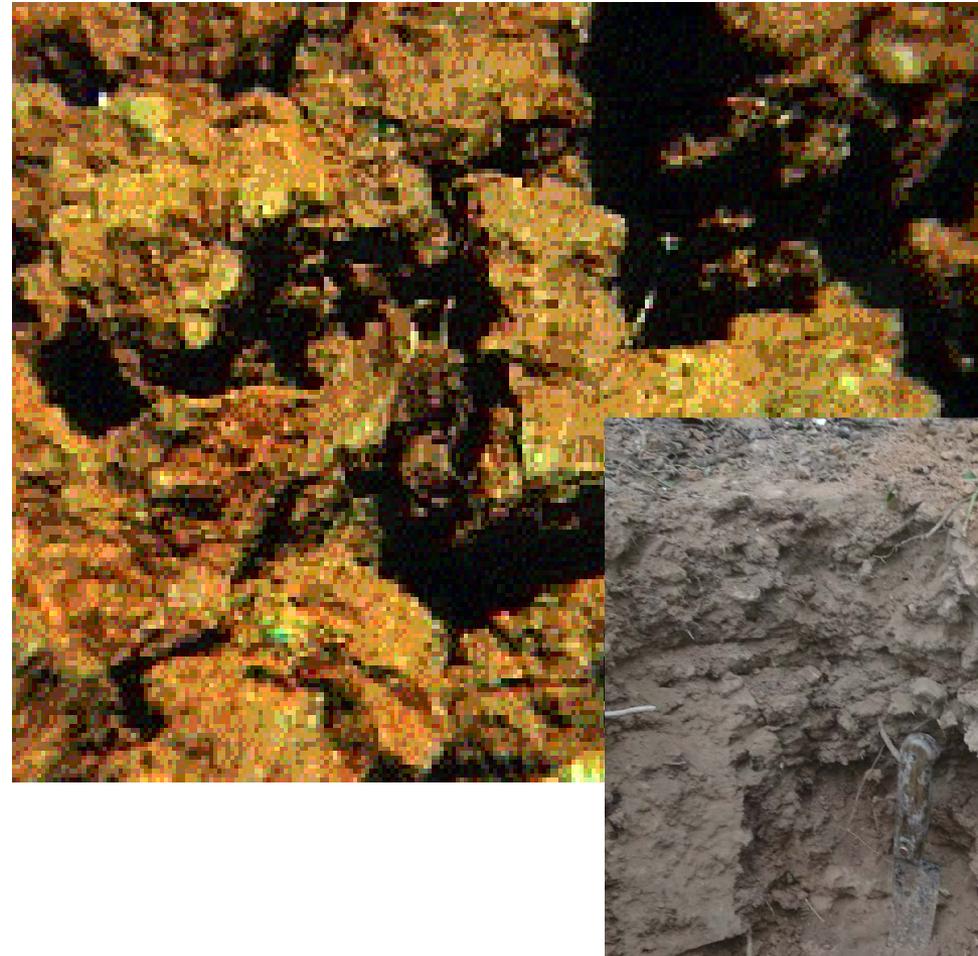


Estructura en Bloques



Bloques Angulares

Bloques Subangulares



Estructura en Bloques y prismas, suelo Hickmann



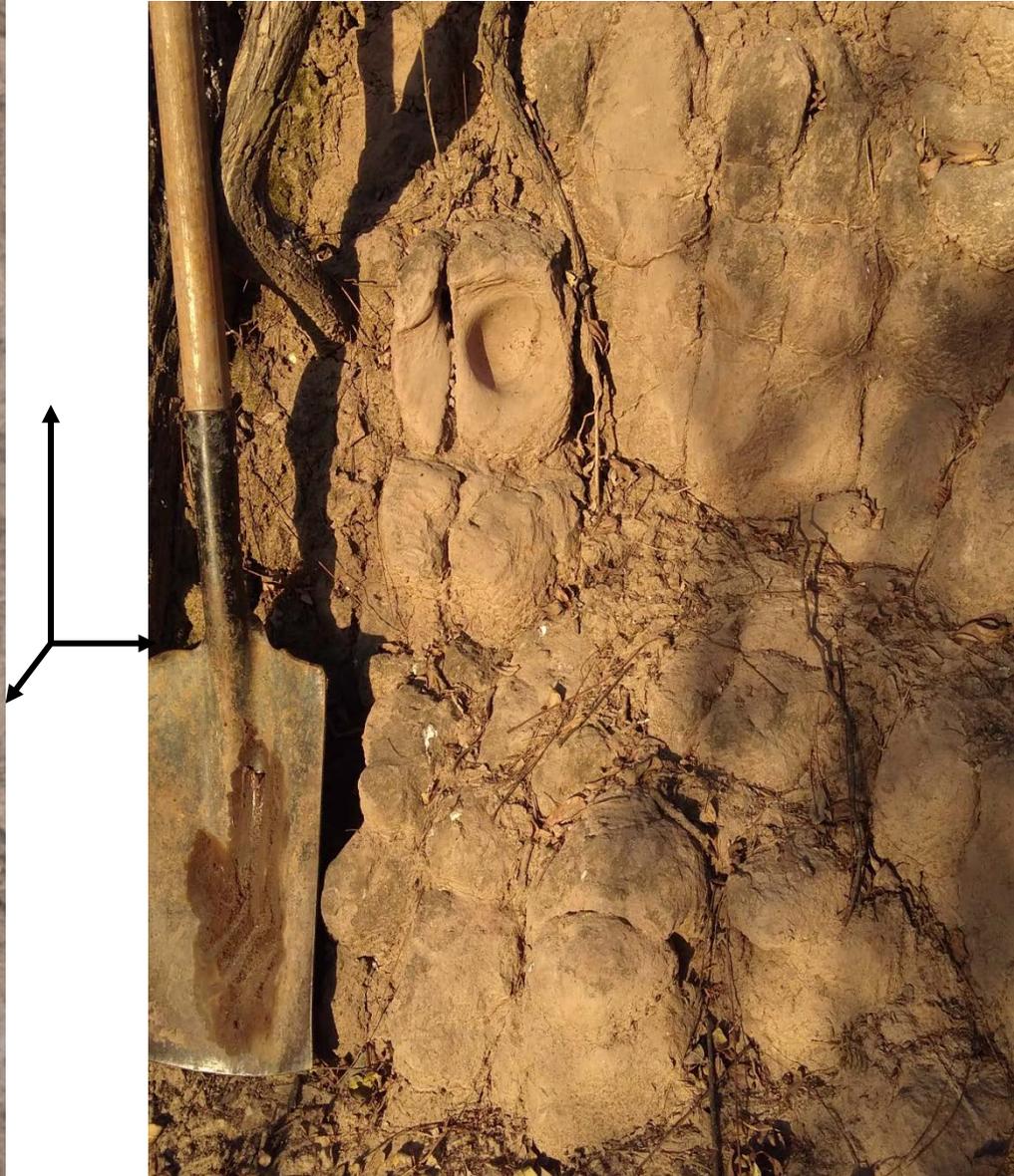


Estructuras

Prismática



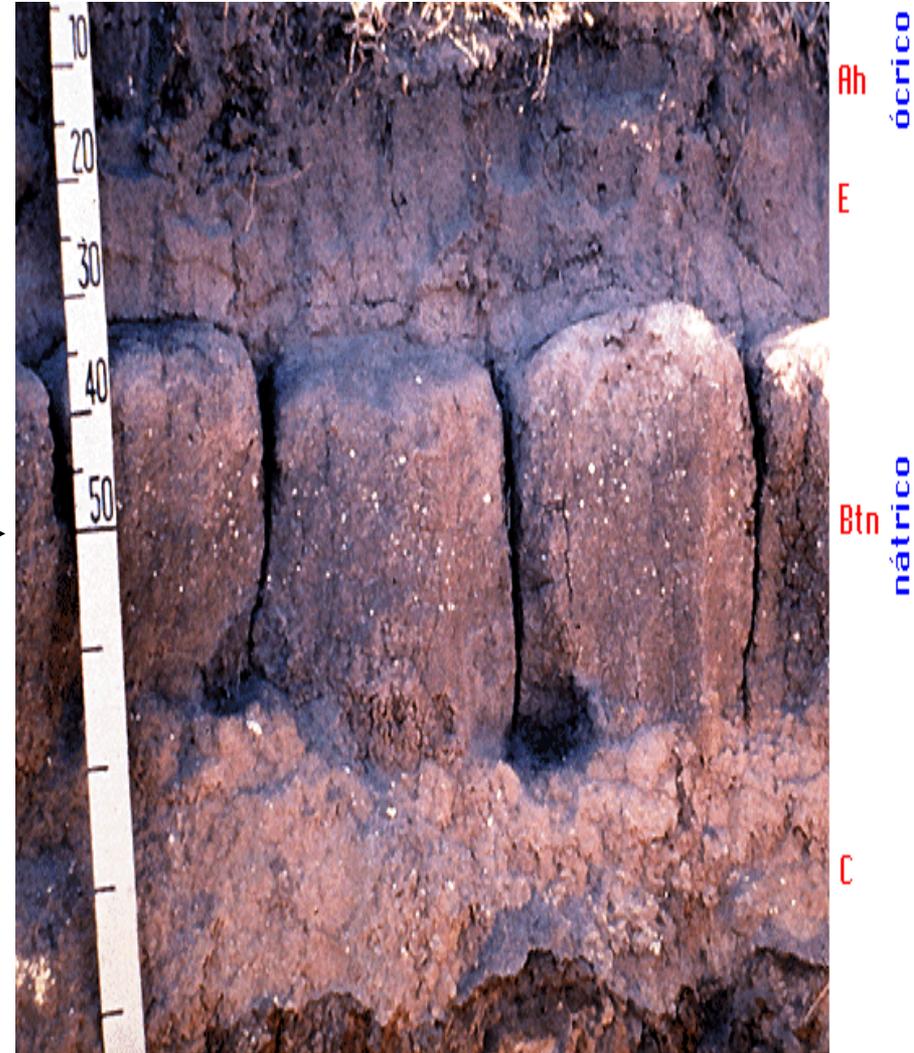
Columnar



Estructuras

Prismas

Columnar



Solonetz háplico

APEDIAL: Sin estructura Masivo



Ap
ócrico

C

Calcaric Regosol

APEDIAL: Sin estructura Grano Suelto



Consistencia

- Es la característica del material que se expresa por su **grado de cohesión y adherencia o por su resistencia a la deformación o a la ruptura.**
- Aún cuando la consistencia está en cierto modo relacionada con la **estructura**, esta última se ocupa de la **forma, tamaño y definición de los agregados**, que resulta de las variaciones en **las fuerzas de atracción dentro de una masa de suelo**, mientras que la **consistencia trata de la intensidad y naturaleza de esas fuerzas.**
- La consistencia del suelo se determina a diferentes contenidos de humedad y se define según grados en **seco, húmedo y mojado.**

CONSISTENCIA

- SECO: Se elige una muestra de suelo seca al aire.
- *Suelto, blando, ligeramente duro, duro, muy duro, extremadamente duro.*
- HUMEDO: Se realiza considerando contenido de humedad entre seco al aire y capacidad de campo.
- *Suelto, muy friable, friable, firme, muy firme, extremadamente firme.*
- MOJADO: Se determina con la muestra de suelo a capacidad de campo o a un nivel de humedad algo superior.
 - *Plasticidad: no plástico, ligeramente plástico, plástico, muy plástico.*
 - *Adhesividad: no adhesivo, ligeramente adhesivo, adhesivo, muy adhesivo.*

Ensayo de campo para determinar la adhesividad del suelo mojado

0 No adherente, si el suelo no se adhiere o prácticamente no queda material adherido a los dedos;



1 Ligeramente adherente, si el suelo comienza a adherirse a ambos dedos, pero al separarlos uno de ellos queda limpio y no se aprecia estiramiento cuando los dedos comienzan a separarse;



2 Adherente, si el suelo se adhiere a ambos dedos y tiende a estirarse un poco y a partirse y a no separarse de los dedos



3 Muy adherente, si el suelo se adhiere fuertemente a ambos dedos, y cuando ambos se separan se observa un estiramiento del material.



Ensayo de campo para determinar la plasticidad del suelo mojado

0 No plástico, si no se puede formar un cordón;



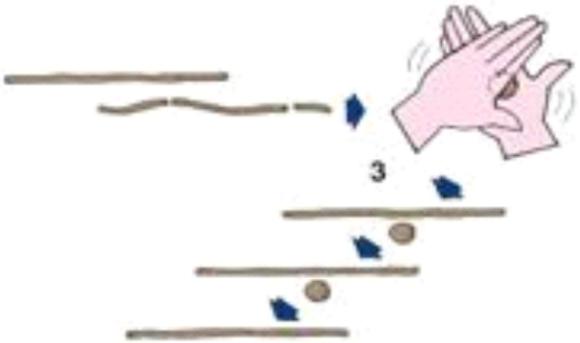
1 Ligeramente plástico, si se puede formar un cordón, pero se rompe fácilmente y vuelve a su estado anterior;



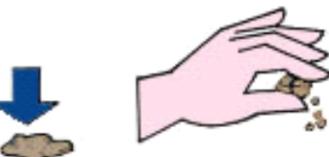
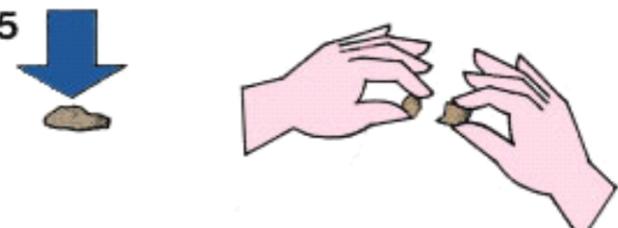
2 Plástico, si se puede formar un cordón, pero al romperse y volver a su estado anterior, no se puede formar nuevamente



3 Muy plástico, si se puede formar un cordón que no se rompe fácilmente y cuando se rompe, se puede amasar entre las manos y volver a formarlo varias



Ensayo de campo para determinar la consistencia del suelo húmedo

<p>0 Suelto, si el suelo no tiene coherencia (estructura de grano suelto);</p>	<p>0 </p>
<p>1 Muy friable, si el suelo se desmenuza fácilmente bajo muy ligera presión, pero se une cuando se le comprime nuevamente;</p>	<p>1 </p>
<p>2 Friable, si el suelo se desmenuza fácilmente bajo una presión de ligera a moderada;</p>	<p>2 </p>
<p>3 Firme, si el suelo se desmenuza bajo una presión moderada, pero se nota resistencia;</p>	<p>3 </p>
<p>4 Muy firme, si el suelo se desmenuza bajo fuerte presión, pero apenas es desmenuzable entre el pulgar y el índice;</p>	<p>4 </p>
<p>5 Extremadamente firme, si el suelo se desmenuza solamente bajo una presión muy fuerte, no se puede desmenuzar entre el pulgar y el índice, y se debe romper pedazo a pedazo.</p>	<p>5 </p>

Ensayo de campo para determinar la consistencia del suelo seco

0 Suelto, si el suelo no tiene coherencia (estructura de grano suelto);



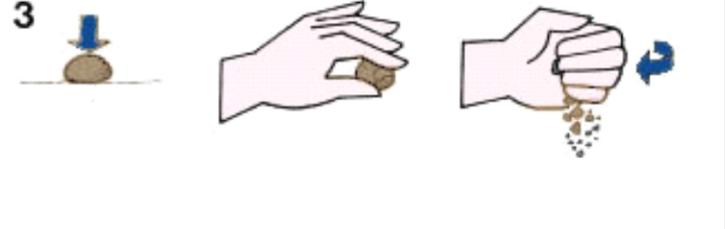
1 Blando, si el suelo tiene débil coherencia y friabilidad, se deshace en polvo o granos sueltos bajo muy ligera presión;



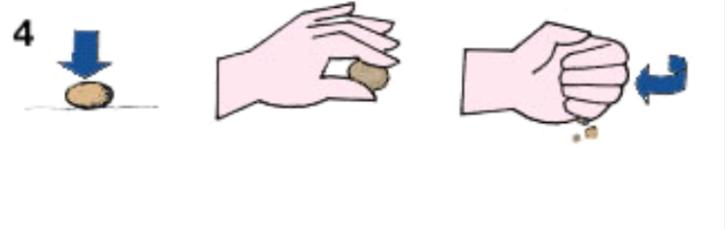
2 Ligeramente duro, si el suelo resiste una presión ligera, pero se puede romper fácilmente entre el pulgar y el índice;



3 Duro, si el suelo resiste una presión moderada, apenas se puede romper entre el pulgar y el índice, pero se puede romper en las manos sin dificultad;



4 Muy duro, si el suelo resiste una gran presión, no se puede romper entre el pulgar y el índice, pero se puede romper en las manos con dificultad;



5 Extremadamente duro, si el suelo resiste una presión extrema y no se puede romper en las manos.



Significado de la consistencia

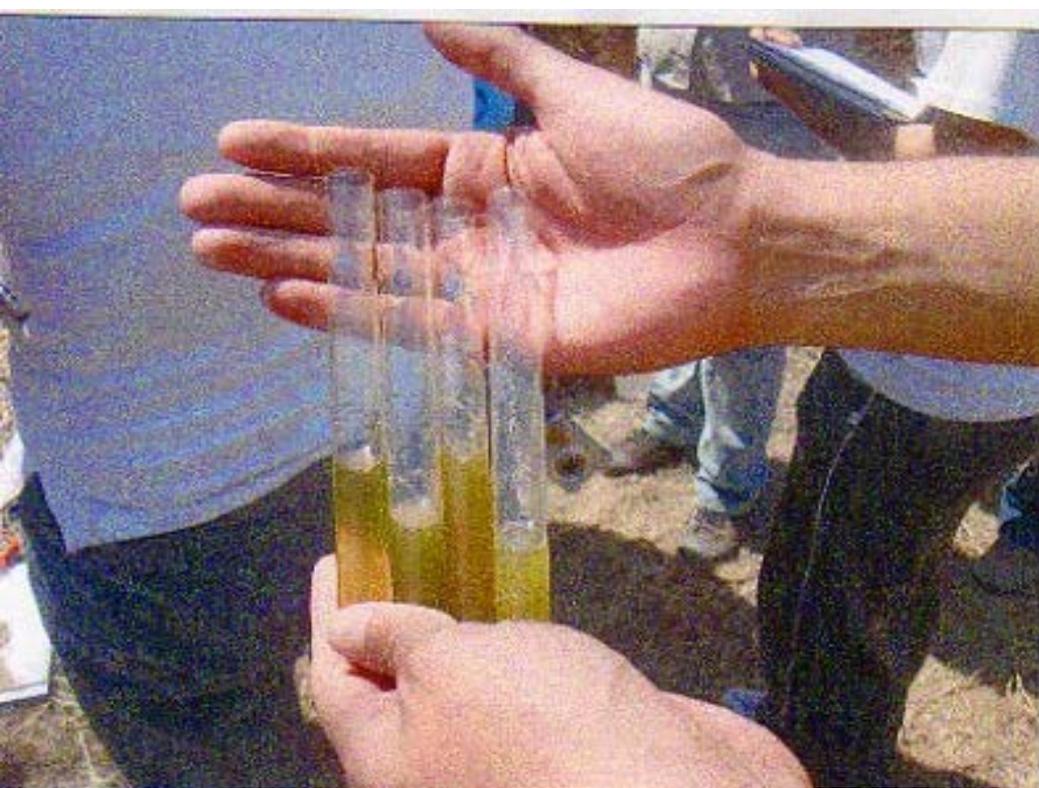
- Suelos con **muy alta consistencia** afectan el **crecimiento de las raíces de las plantas**.
- Si el suelo está duro y muy seco, se requiere mucho esfuerzo de la maquinaria, si está demasiado húmedo y adhesivo, las máquinas se estancan y el suelo se encharca dando una mala condición para la siembra.
- En el límite plástico bajo el cual un suelo no puede deformarse sin que se desmenuce, es friable y se desarma bien cuando es arado.
- Este valor es el más importante para la agricultura.
- El rango óptimo para las labores agrícolas es el de friabilidad del suelo, donde hay suficiente espacio entre partículas como para que las fuerzas de cohesión sean bajas y a la vez no hay exceso de agua entre partículas como para generar una consistencia plástica.
- En la consistencia plástica, el laboreo genera pérdida de estructura del suelo porque no ofrece resistencia y se produce compactación.

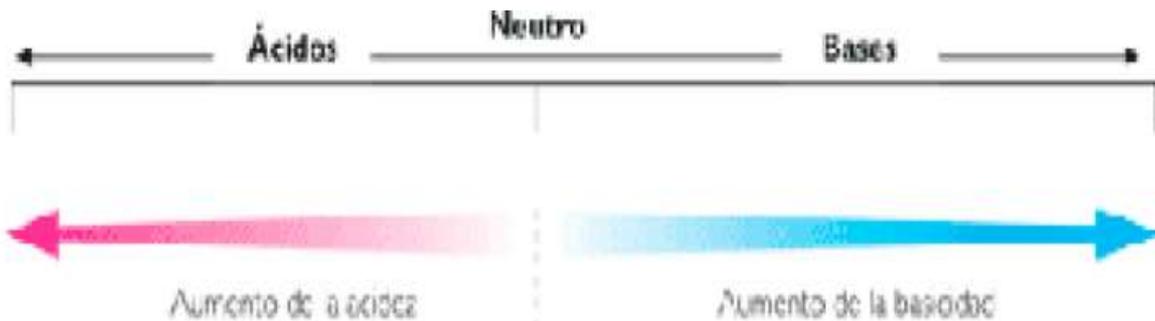
La labranza y el suelo cultivado

- La labranza modifica las condiciones físicas del suelo para facilitar el crecimiento de las plantas.
- Actúa en la **formación de agregados y su estabilidad**, y también sobre factores como la **densidad aparente**, **contenido de humedad del suelo**, grado de aireación, **la tasa de infiltración de agua**, **drenaje**, y la **capacidad de agua capilar**.
- La labranza a menudo cambia rápida y significativamente las propiedades del suelo.
- La facilidad de trabajo de suelos de textura fina puede ser alterada abruptamente por un ligero cambio en humedad.
- Un aspecto importante de la labranza es la **friabilidad** del suelo.
- Los terrones son friables si no son adhesivos o duros, sino más bien se desmoronan fácilmente, dejando al descubierto sus agregados constituyentes.
- La **friabilidad** de un suelo se alcanza cuando la resistencia a la tracción (es decir, la fuerza necesaria para separar tirando) de los agregados individuales es **relativamente alta** comparada con la **resistencia a la tracción de los terrones**.

- Esta condición permite a las fuerzas de labranza o excavación a romper fácilmente los terrones grandes, mientras los agregados resultantes se mantienen estables.
- La friabilidad puede ser notablemente afectada por los cambios en el contenido de agua en el suelo, especialmente para suelos de textura fina.
- Cada suelo tiene típicamente un contenido de agua óptimo para una mayor friabilidad.
- **Los suelos arcillosos son especialmente propensos a encharcamiento y compactación, debido a su alta plasticidad y la cohesión.**
- Cuando los suelos arcillosos encharcados se secan, por lo general se vuelven **densos y duros.**
- Transitar por estos **suelos arcillosos** es difícil ya que hay que encontrar un momento apropiado.
- Transitar en los **suelos arenosos** es más fácil.
- El suelo arcilloso necesita mucho más tiempo para secarse hasta un **contenido de humedad adecuado y también puede llegar a ser demasiado seco para trabajar con facilidad.**
- El aumento del **contenido de materia orgánica del suelo mejora su friabilidad** y disminuye parcialmente la **susceptibilidad de un suelo arcilloso al daño estructural durante la labranza y el tráfico.**

pH





Papel indicador en una sustancia ácida.



Papel indicador en una sustancia básica.

CARBONATOS: HCl



1:3

BARNICES – CUTANES



superficie brillante
matriz del suelo con revestimientos de arcilla

superficie mate
matriz del suelo normal, sin revestimientos de arcilla

CONCRECIONES Y MOTEADOS



Distribución de la humedad

- Uniformidad de la humedad en el perfil.
- Estado de humedad de los horizontes principales.

Seco

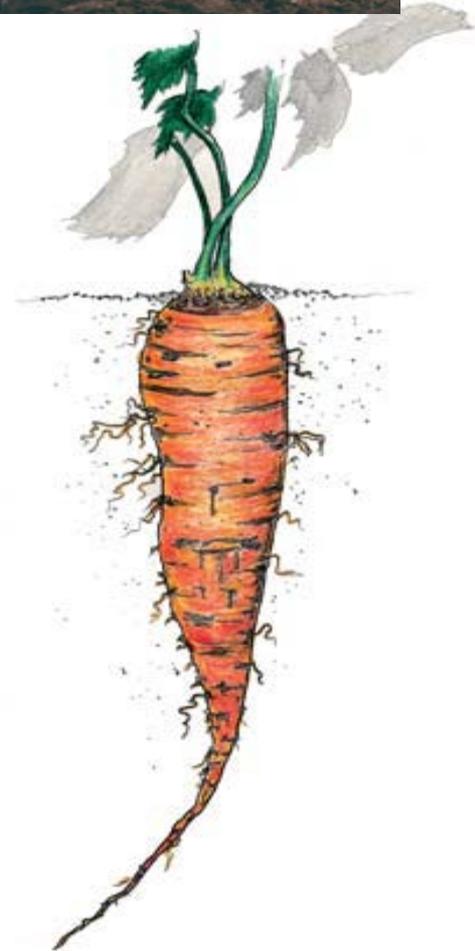
Fresco

Húmedo

Mojado



Raíces



FIN 2º parte