

Flujograma Secuencia 2

La preparación del suelo para el cultivo de la mandioca

Objetivos

Diseñar un plan de preparación de suelos en función de las propiedades físicas y de las necesidades específicas de un determinado lugar, para un mejor aprovechamiento del potencial de las variedades de mandioca cultivadas.

Contenido

- Selección del terreno
- Época de preparación
- Faja de humedad en el suelo para su preparación
- Implementos y número de operaciones
- Encalado y fertilización

Bibliografía

Ejercicio 2.1

- Encalado y fertilización
- Objetivo
 - Recursos necesarios
 - Orientación para el instructor
 - Hoja de trabajo
 - Información de retorno

Ejercicio 2.2

- Selección del terreno, época de preparación del suelo, rango de humedad, implementos y número de operaciones. Estudio de un caso.
- Objetivo
 - Recursos necesarios
 - Instrucciones
 - Hoja de trabajo
 - Información de retorno

Resumen Secuencia 2

Fórmulas para determinar la cantidad de cal en los suelos de Brasil

Fórmula 1:

$$\text{t/ha de cal agrícola} = 2 - (\text{Ca} + \text{Mg}) (\text{meq}/100 \text{ g}) \times \frac{100}{\text{PRNT}}$$

Fórmula 2:

$$\text{t/ha de cal agrícola} = \text{Al} (\text{meq}/100 \text{ g}) \times \frac{100}{\text{PRNT}}$$

Fórmula 3: (Van Raij, 1991)

$$\text{t/ha de cal agrícola} = \frac{(\text{V}_2 - \text{V}_1) \times \text{CIC}}{100}$$

donde:

$\text{V}_2 =$ Porcentaje de saturación de bases deseado para la mandioca, generalmente el criterio es 60%.

$\text{V}_1 =$ Porcentaje actual de saturación de bases en el suelo. Este valor V_1 se calcula en la siguiente forma:

$$\text{V}_1 = \frac{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} (\text{meq}/100 \text{ g})}{\text{CIC} (\text{meq}/100 \text{ g})} \times 100$$

siendo CIC = capacidad de intercambio catiónico.

Fórmulas para determinar la cantidad de cal en los suelos de Paraguay

Fórmula 1:

$$\text{t/ha de cal agrícola} = \text{Al (meq/100 g)} \times f \times \frac{100}{\text{PRNT}}$$

donde el factor "f" depende de la textura así:

texturas pesadas: $f = 2.0$

texturas medias: $f = 1.5$

texturas livianas: $f = 1.2$

PRNT = Poder Relativo de Neutralización Total
depende del calcáreo (cal). Por ejemplo, el calcáreo de Vallemi, que es muy usado, tiene un PRNT de 60%

Fórmula 2:

$$\text{t/ha de cal agrícola} = 3.5 - (\text{Ca} + \text{Mg, meq/100 g}) \times \frac{100}{\text{PRNT}}$$

Recomendaciones para fertilización fosfórica y potásica en función del análisis del suelo

P en el suelo (ppm)	Fertilización recomendable (kg/ha)	
	P_2O_5	P
0 - 3	60	26
4 - 6	40	17
7 - 10	20	9
> 10	-	-

K en el suelo		Fertilización recomendable (kg/ha)	
ppm	meq/100 g	K_2O	K
0 - 20	0 - 0.05	40	31
21 - 40	0.05 - 0.10	30	23
41 - 60	0.10 - 0.15	20	15
> 60	> 0.15	-	-

(Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, BA, 1989)

$$P = \frac{P_2O_5}{2.29}$$

$$K = \frac{K_2O}{1.20}$$

$$Ca = \frac{CaO}{1.4}$$

Flujograma Secuencia 3

Prácticas conservacionistas alternativas

Objetivos

Demostrar algunas prácticas conservacionistas que contribuyan al buen manejo de los suelos en que se produce la mandioca en el Cono Sur, y que sean adecuadas a las condiciones socio-económicas de los productores en sus fincas

Contenido

- Prácticas mecánicas de conservación
- Sistemas de cultivo
- Rotación de cultivos
- Manejo de las coberturas
- El control de malezas y su relación con las prácticas conservacionistas

Bibliografía

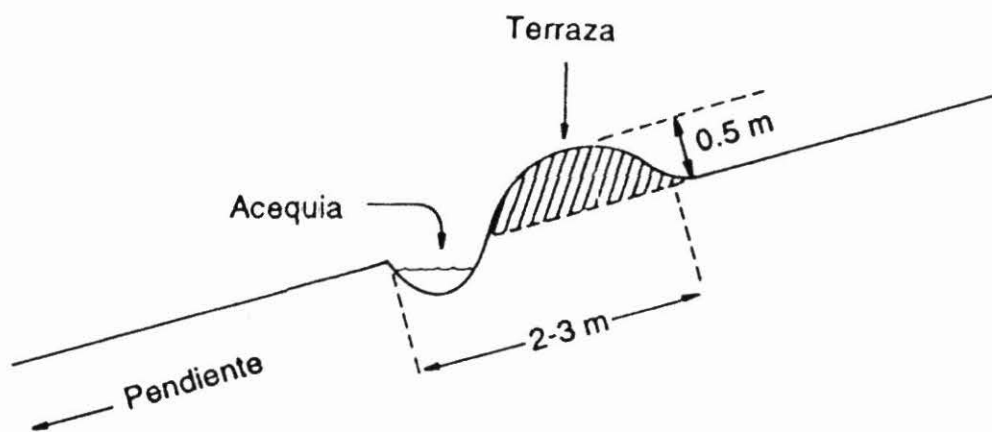
Prácticas

- 3.1 Cálculo de la pendiente de un terreno utilizando el nivel tipo caballete
- 3.2 Cálculo de la pendiente de un terreno utilizando el nivel de manguera
- 3.3 Trazado de curvas de nivel utilizando el nivel tipo caballete
- 3.4 Trazado de curvas de nivel usando el nivel de manguera
- 3.5 Prácticas mecánicas

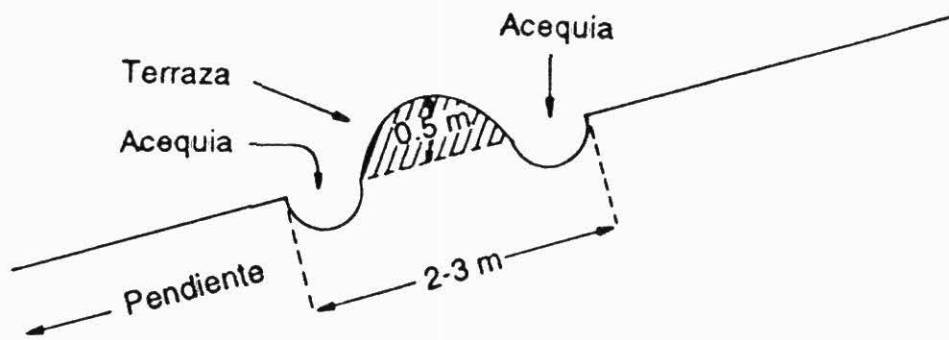
Resumen
Secuencia 3

Espaciamiento vertical y horizontal de acuerdo con la pendiente (Mondardo *et al.*, 1977).

Declividad o pendiente (%)	Suelos arenosos, espaciamiento		Suelos arcillosos, espaciamiento	
	vertical (m)	horizontal (m)	vertical (m)	horizontal (m)
1	0.38	37.75	0.75	54.75
2	0.56	28.20	0.82	40.95
3	0.71	23.20	1.04	34.55
4	0.84	21.10	1.22	30.60
5	0.96	19.20	1.39	27.85
6	1.07	17.80	1.55	25.80
7	1.17	16.75	1.69	24.20
8	1.26	15.75	1.83	22.85
9	1.35	15.00	1.96	21.75
10	1.43	14.35	2.08	20.80
11	1.52	13.80	2.20	20.00
12	1.60	13.30	2.32	19.30
13	1.69	13.00	2.42	18.60
14	1.74	12.45	2.53	18.05
15	1.83	12.20	2.63	17.50



Terraza de base estrecha tipo Nichols



Terraza tipo Manghum

Efecto de intercalar mandioca y varios cultivos perennes en la cantidad de escorrentía y en la pérdida de suelos por erosión*, en un campo de 8% a 9% de pendiente al sur de la India

Sistema de cultivo	Escorrentía (mm)	Pérdida de suelo (t/ha)
Suelo desnudo	21.6	2.37
Mandioca en monocultivo	12.4	0.85
Banano en monocultivo	11.0	0.75
Eucalipto en monocultivo	11.5	0.73
Leucaena en monocultivo	12.6	0.53
Mandioca bajo banano	8.1	0.33
Mandioca bajo eucalipto	7.8	0.33
Mandioca bajo leucaena	9.2	0.25

* Determinación de escorrentía y pérdida de suelo durante 6 meses a partir de la siembra de la mandioca. Los cultivos perennes se habían sembrado un año antes. La precipitación fue de 252 mm durante el período de medición.

Efecto del espaciamiento sobre la producción de raíces en dos cultivares de mandioca BGM-116 (erecta) y BGM-001 (ramificada), durante 1977-78 y 1978-79 (Mattos *et al.*, 1980).

Espaciamientos (m)	Plantas/ha	BGM-116, producción de raíces (t/ha)	BGM-001, producción de raíces (t/ha)	Hileras dobles en 100 metros
2.0 x 0.5 x 0.5	16000	22.1	32.8	40
2.0 x 0.6 x 0.6	12820	34.1	39.7	38
2.0 x 0.7 x 0.7	10582	25.8	32.2	37
2.5 x 0.5 x 0.5	13333	27.6	28.5	33
2.5 x 0.6 x 0.6	10752	23.3	30.3	32
2.5 x 0.7 x 0.7	8928	23.1	29.1	31
3.0 x 0.5 x 0.5	11428	19.1	26.3	29
3.0 x 0.6 x 0.6	9259	20.1	28.0	28
3.0 x 0.7 x 0.7	7722	20.1	28.5	27
Testigo (1 hilera)				
1.0 x 0.6	16666	21.8	34.4	100

EVALUACION FINAL DE CONOCIMIENTOS

INFORMACION DE RETORNO

1. c. Los suelos a y b son de textura muy arcillosa; el d es de textura muy arenosa, quedando como ideal la opción C, donde el criterio de la textura debe prevalecer sobre el tenor de fósforo (P), debido a la dificultad de cambiar la textura y a la facilidad de adicionar fósforo al suelo.

2. Plan de preparación de suelos:
 - a. Carpida (opcional, según el grado de enmalezamiento). Para poder entrar en el área a la marcación de la curva de nivel.

 - b. Trazado de curvas de nivel. Para disminuir la velocidad del escurrimiento cuesta abajo.

 - c. Encalado. Para incorporar la cal agrícola al suelo.

 - d. Arada (en nivel).

EVALUACION FINAL DE CONOCIMIENTOS INFORMACION DE RETORNO

- e. Rastreada (en nivel). Para el control parcial de malezas y desterronamiento de la superficie del suelo para la plantación.**

- f. Demarcar lugares para franjas de vegetación (caña de azúcar, pasto elefante, etc.). Plantas con sistema radicular agresivo y parte aérea densa que permiten el paso del agua pero retienen el suelo.**

- g. Surcado o preparación de hoyos (en función del espaciamiento y de la asociación de cultivos). Para controlar los espacios de suelo donde serán colocadas las "semillas" (estacas).**

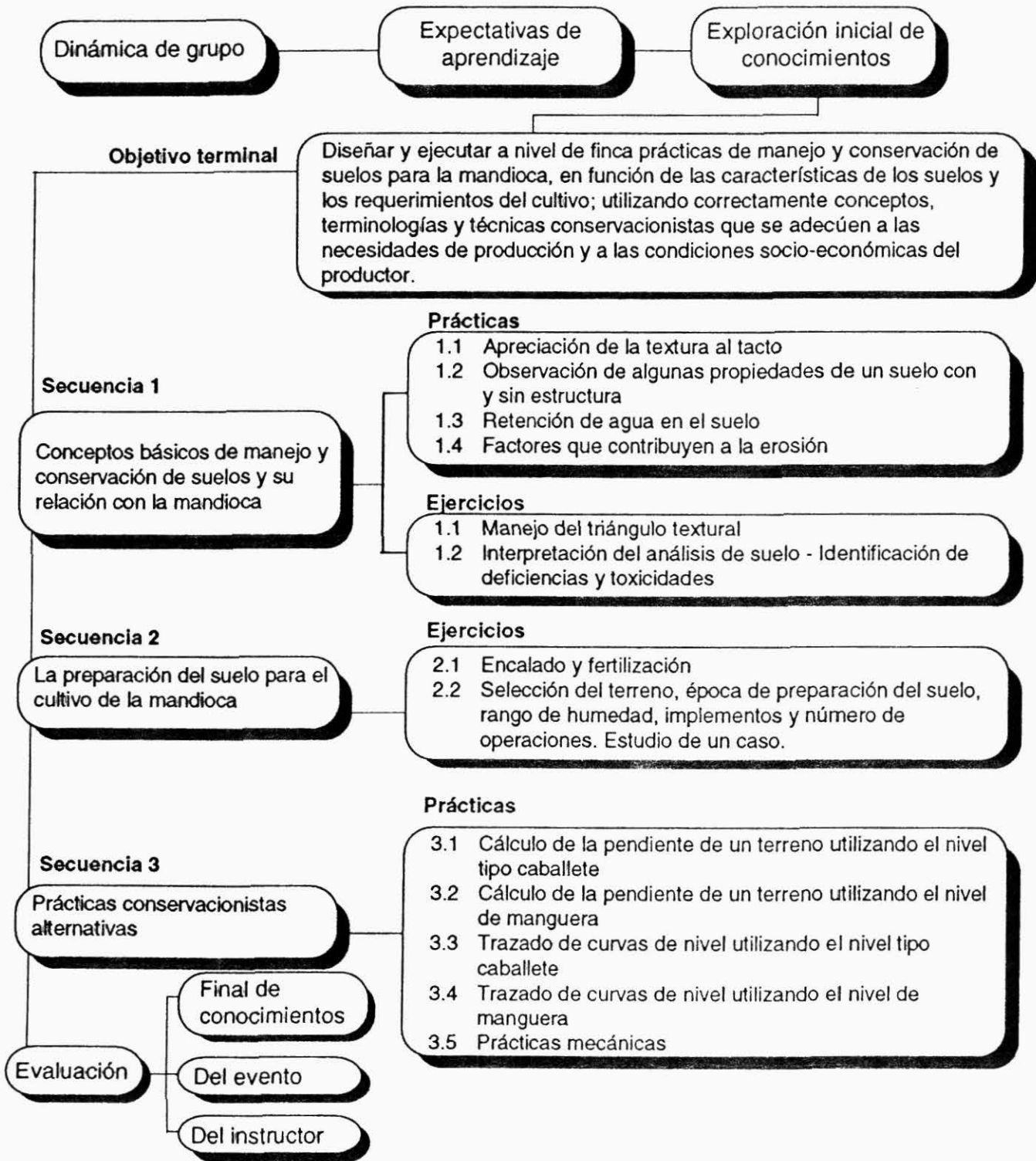
- h. Fertilización/plantación. Las operaciones 1, 2, 3, 4 deben ser realizadas 60 días antes de la plantación (lluvias). La fertilización fosfatada y la materia orgánica dan resultados positivos en la mayoría de los cultivos.**

EVALUACION FINAL DE CONOCIMIENTOS

INFORMACION DE RETORNO

- 3. 1 a**
- 2 d**
- 3 b**
- 4 c**
- 5 f**

Flujograma para el estudio de esta Unidad



OBJETIVO TERMINAL

Diseñar y ejecutar, a nivel de finca, prácticas de manejo y conservación de suelos para mandioca, en función de las características de los suelos y de los requerimientos del cultivo.

EXPLORACION INICIAL DE CONOCIMIENTOS

INFORMACION DE RETORNO

1. a. Textura: media.
 - b. Estructura: baja cohesión.
 - c. Topografía: plana o con declividad máxima de 12%.
 - d. Humedad: suelo no encharcado.
 - e. Nutrimentos: niveles altos de P, K y de materia orgánica.

2. A. Se escoge la opción A porque las variables relacionadas con bajo nivel de nutrimentos son relativamente fáciles de controlar. En la opción B se favorecería la erosión. En la opción C la posibilidad de encharcamientos podría causar pudrición de raíces.

EXPLORACION INICIAL DE CONOCIMIENTOS INFORMACION DE RETORNO

- 3. Las mayores posibilidades de manejo se encuentran en los factores químicos, pues los factores físicos son difíciles de recuperar después de ser degradados. Estos exigen tratamiento preventivo. Los factores biológicos se manifiestan favorablemente cuando ocurre buena interacción físico-química, y exigen mucho tiempo para su estabilización.**

Flujograma Secuencia 1

Conceptos básicos de manejo y conservación de suelos y su relación con la mandioca

Objetivos

Establecer relaciones entre las características y propiedades de los suelos y los requerimientos de la mandioca, utilizando correctamente la terminología y los conceptos relacionados con manejo y conservación de suelos.

Contenido

- Textura
- Estructura
- Humedad del suelo
- Materia orgánica
- Coloides, iones y Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
- Requerimiento nutricional
- Erosión

Bibliografía

Prácticas

- 1.1 Apreciación de la textura al tacto
- 1.2 Observación de algunas propiedades de un suelo con y sin estructura
- 1.3 Retención de agua en el suelo
- 1.4 Factores que contribuyen a la erosión

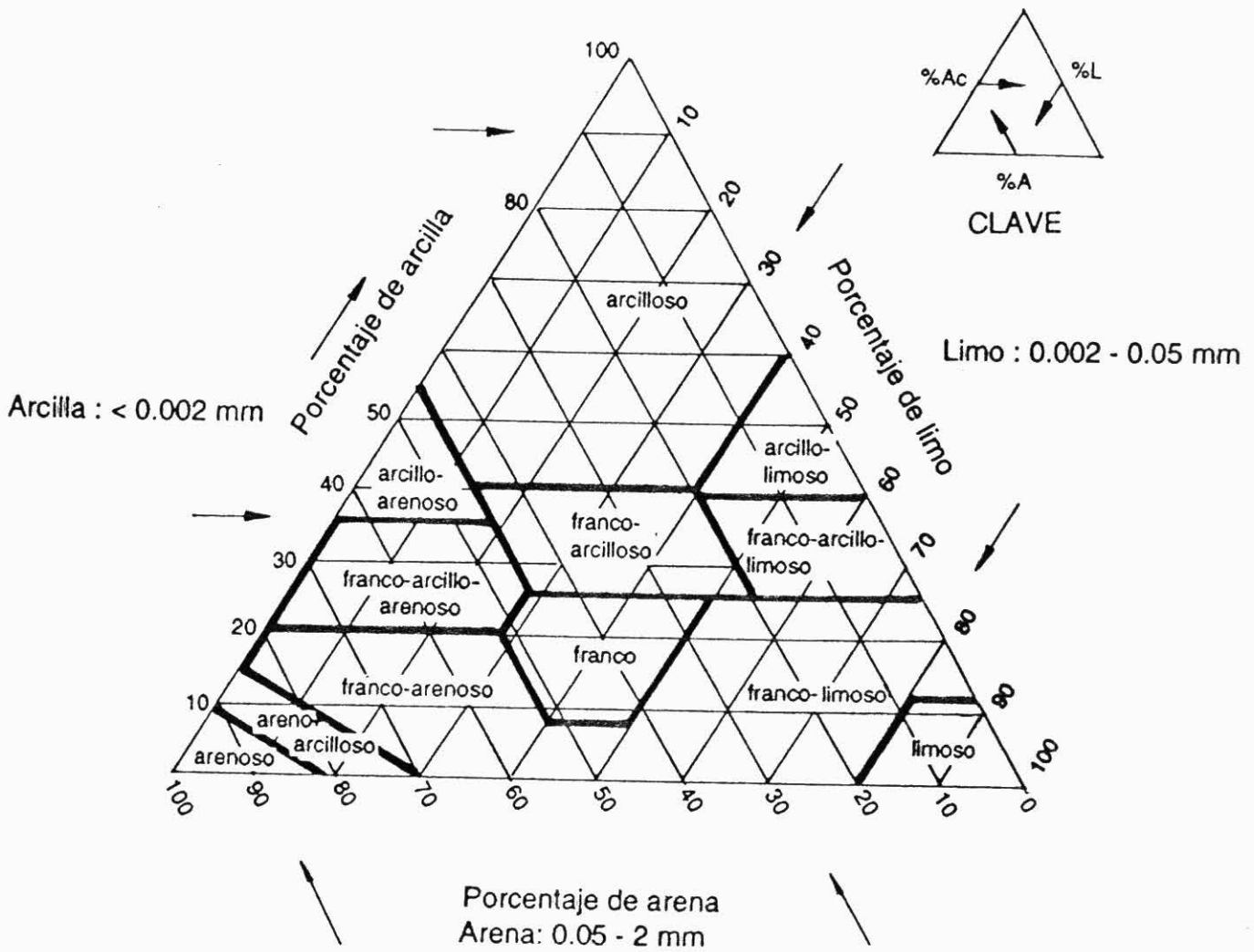
Ejercicios

- 1.1 Manejo del triángulo textural
- 1.2 Interpretación del análisis de suelo. Identificación de deficiencias y toxicidades

Resumen Secuencia 1

Arena					limo	arcilla
muy gruesa	gruesa	media	 fina	muy fina		
2.0 mm	1.0	0.5	0.25	0.10	0.05	<0.002 mm

Escala para el tamaño de las partículas del suelo (USDA)



Triángulo para la determinación de la textura de un suelo según los porcentajes de arena, limo y arcilla (U.S.D.A).

Diámetro comparativo de las partículas del suelo (Kiehl, 1979)

Partícula	Diámetro comparativo supuesto en mm	Objeto equivalente
Arcilla	1*	Cabeza de alfiler
Silte, limo	25	Bolita, canica
Arena muy fina	50	Bola de billar
Arena fina	125	Bola de bocha
Arena media	250	Pelota de fútbol
Arena gruesa	500	Esfera de medio metro de diámetro
Arena muy gruesa	1000	Esfera de un metro de diámetro

* Diámetro real de la arcilla < 0.002 mm

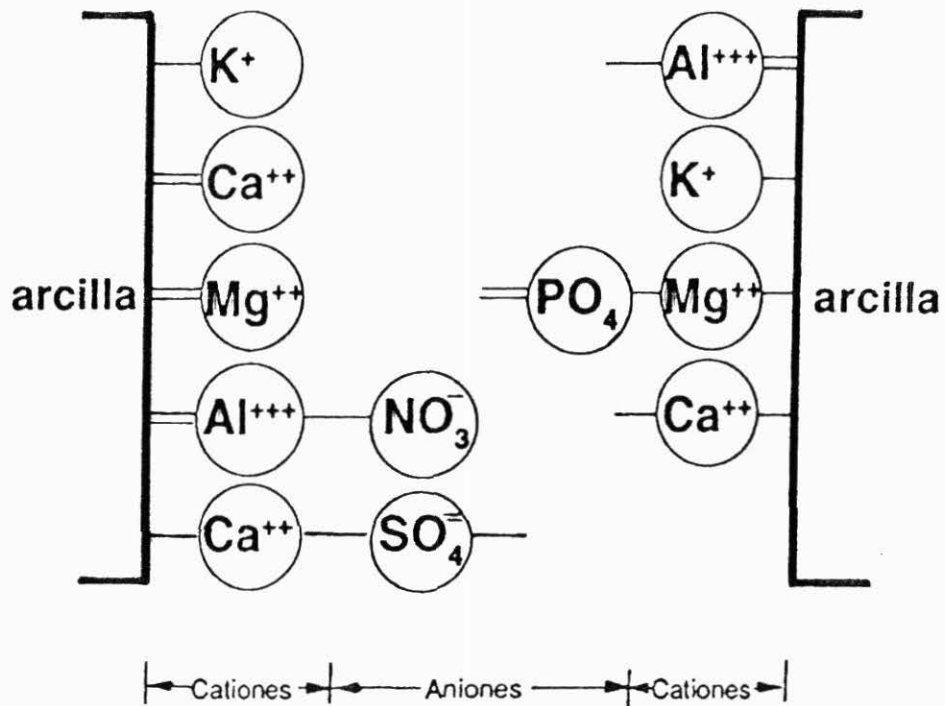
Algunas características de las partículas del suelo (Foth, 1984)

Separado mecánico	Diámetro (mm)	Número de partículas por gramo	Superficie específica (cm ² /g)
Arena	2.00 - 0.05	90 a 722.000	11 a 227
Limo	0.05 - 0.002	722.000 a 5.776.000	227 a 454
Arcilla	< 0.002	5.776.000 a 90.260.853.000	8.000.000

Especificaciones de los principales abonos orgánicos

Abono	Humedad máxima %	Materia orgánica mínima %	pH mínimo	C/N máximo	N mínimo %	P ₂ O ₅ mínimo %
Compost	40	40	6	18	1.0	-
Estiércol bovino, bagazo de caña, paja de arroz	25	36	6	20	1.0	-
Estiércol de gallina	25	50	6	20	1.5	-
Torta de algodón, maní y soya	15	70	-	-	5.0	-
Harina de huesos	15	6	-	-	1.5	20 (total)*
Harina de pescado	15	50	-	-	4	6 (total)
Harina de sangre	10	70	-	-	10	-

* De este total, 80% son solubles en ácido cítrico.



Atracción de los cationes (+) por los coloides (-)

Cationes y aniones más comunes en el suelo

Compuesto	Forma iónica
Cationes: Potasio	K^+
Sodio	Na^+
Hidrógeno	H^+
Calcio	Ca^{+2}
Magnesio	Mg^{+2}
Aniones: Cloruro	Cl^-
Nitrato	NO_3^-
Sulfato	SO_4^{-2}
Fosfato	PO_4^{-3}

**Niveles críticos en análisis de suelos para mandioca
(Howeler, 1981)**

Elemento o variable	Nivel crítico	
	Para deficiencia	Para toxicidad
pH 4.0 - 7.8		
Al - Saturación		80%
P (Bray II)	6 ppm	
P (Bray I)	7 ppm	
P (Carolina del N.)	9 ppm	
K intercambiable	0.15 meq/100 g	
Ca intercambiable	0.25 meq/100 g	
Conductividad		0.5 mmhos/cm 0.05 dS/m
Na - Saturación		2.5%
Zn	1.0 ppm	
Mn	5.0 ppm	

Requerimientos nutricionales de la mandioca para producir 25 t/ha de raíces frescas (Howeler, 1981).

Nutrimento	Requerimientos (kg/ha) en:		
	raíces	parte aérea	total
K	102.8	43.0	145.8
N	58.0	64.8	122.8
Ca	15.3	30.5	45.8
P	13.0	14.0	27.0
Mg	8.5	11.3	19.8

**Efecto de la cobertura vegetal en las pérdidas de suelo
causadas por la erosión (Margolis *et al.*, 1981).**

Cobertura	Pérdida anual de suelo	
	t/ha	%
Suelo descubierto	59.9	100
Mandioca	11.0	18
Algodón	8.3	14
Maíz	2.9	5
Mucuna	2.8	5
Pasto colonial	0.4	1

Determinación de la humedad del suelo con base en masa y en volumen

$$\text{Humedad con base en masa} = \mu = \frac{\text{Masa de agua (g)}}{\text{Masa de suelo seco a } 105^{\circ}\text{C (g)}}$$

$$\text{Humedad con base en volumen} = \theta = \frac{\text{Volumen de agua (cc)}}{\text{Volumen de suelo seco a } 150^{\circ}\text{C (cc)}}$$