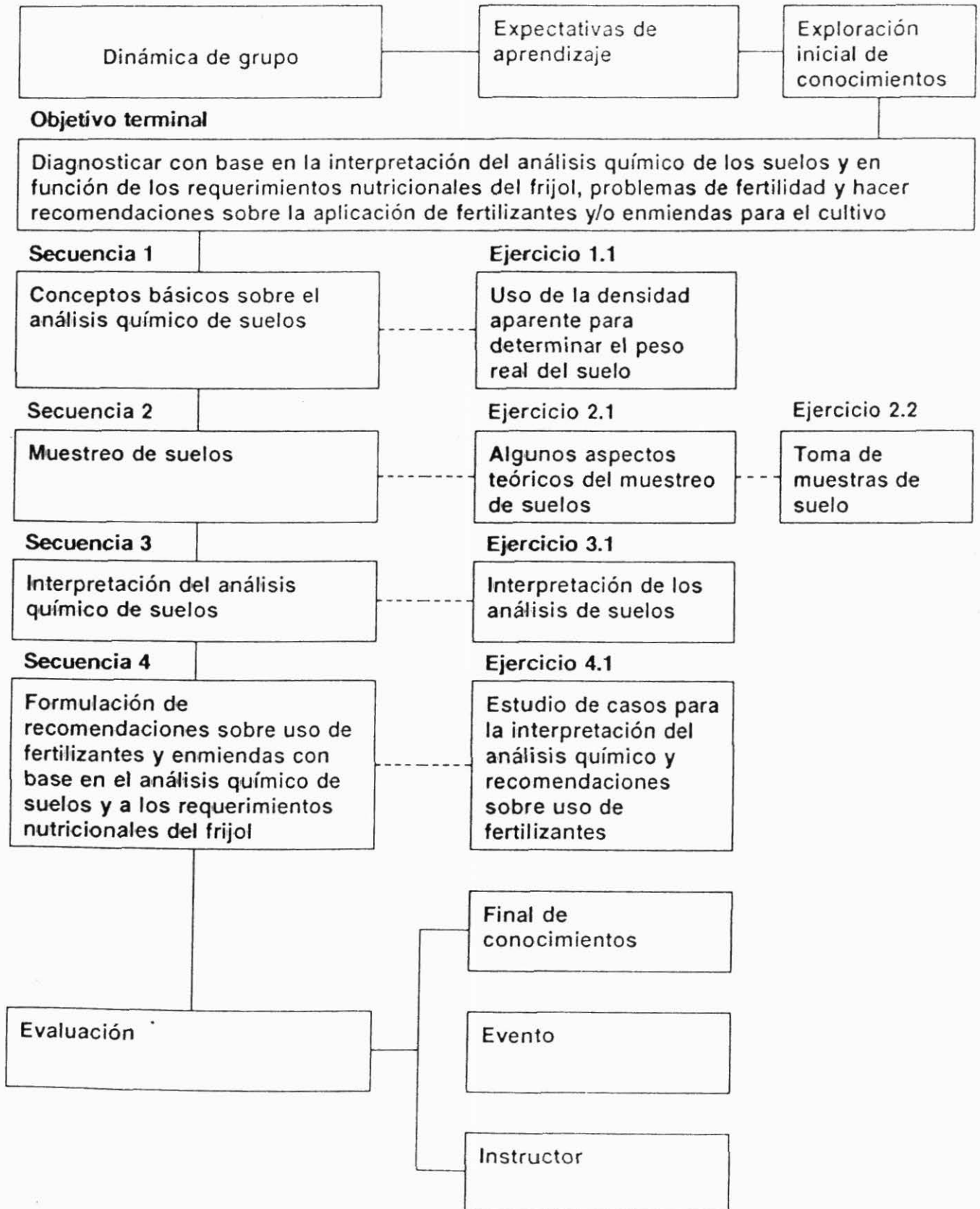


FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DE ESTA UNIDAD



OBJETIVO TERMINAL

Diagnosticar con base en la interpretación del análisis químico de suelos y en función de los nutrimentos que requiere el cultivo del frijol, problemas de fertilidad que afecten el desarrollo normal de la planta.

Hacer recomendaciones sobre la aplicación de fertilizantes y/o enmiendas para el cultivo.

**EXPLORACION INICIAL DE CONOCIMIENTOS -
INFORMACION DE RETORNO**

Pregunta	Respuesta	
	V	F
1. El P es un macronutriente para el frijol		X
2. Los tres macronutrientes para el frijol son NPK		X
3. Las variedades del frijol tienen diferentes requerimientos nutricionales	X	
4. Las decisiones correctas sobre la práctica de fertilización de un cultivo del frijol son las que se toman solamente con base en los resultados de un análisis químico de suelo		X
5. La toxicidad de aluminio en el suelo disminuye drásticamente los rendimientos del frijol	X	
6. La forma correcta de indicar los contenidos de fósforo y potasio en un fertilizante es en términos de % P_2O_5 y % de K_2O		X
7. En suelos en condiciones de acidez extrema es frecuente encontrar problemas de nutrición, tales como deficiencias de P, Ca y Mg	X	
8. En suelos en condiciones de acidez extrema es frecuente encontrar problemas de nutrición, tales como deficiente fijación de N y toxicidad causada por Al, Fe y Mn	X	
9. Si un suelo tiene 180 ppm de P es segura la respuesta positiva del cultivo de frijol a la aplicación de fertilizantes fosfatados		X
10. Una relación $\frac{Ca}{Mg} = 4$ es óptima para el frijol	X	

SECUENCIA 1

Conceptos básicos sobre el análisis químico de suelos

Objetivos

- Manejar adecuadamente los conceptos y la terminología utilizados en el análisis químico de suelos y la formulación de recomendaciones sobre el uso de fertilizantes y/o enmiendas.
- Calcular el peso real de una hectárea de suelo con base en la densidad aparente

Contenido

- Suelos minerales y orgánicos
- Coloides y nutrimentos del suelo
- Criterios de esencialidad
- Requerimientos nutricionales del cultivo de frijol
- Exportación de nutrimentos
- Textura del suelo
- Densidad aparente: importancia, determinación y uso.

Bibliografía

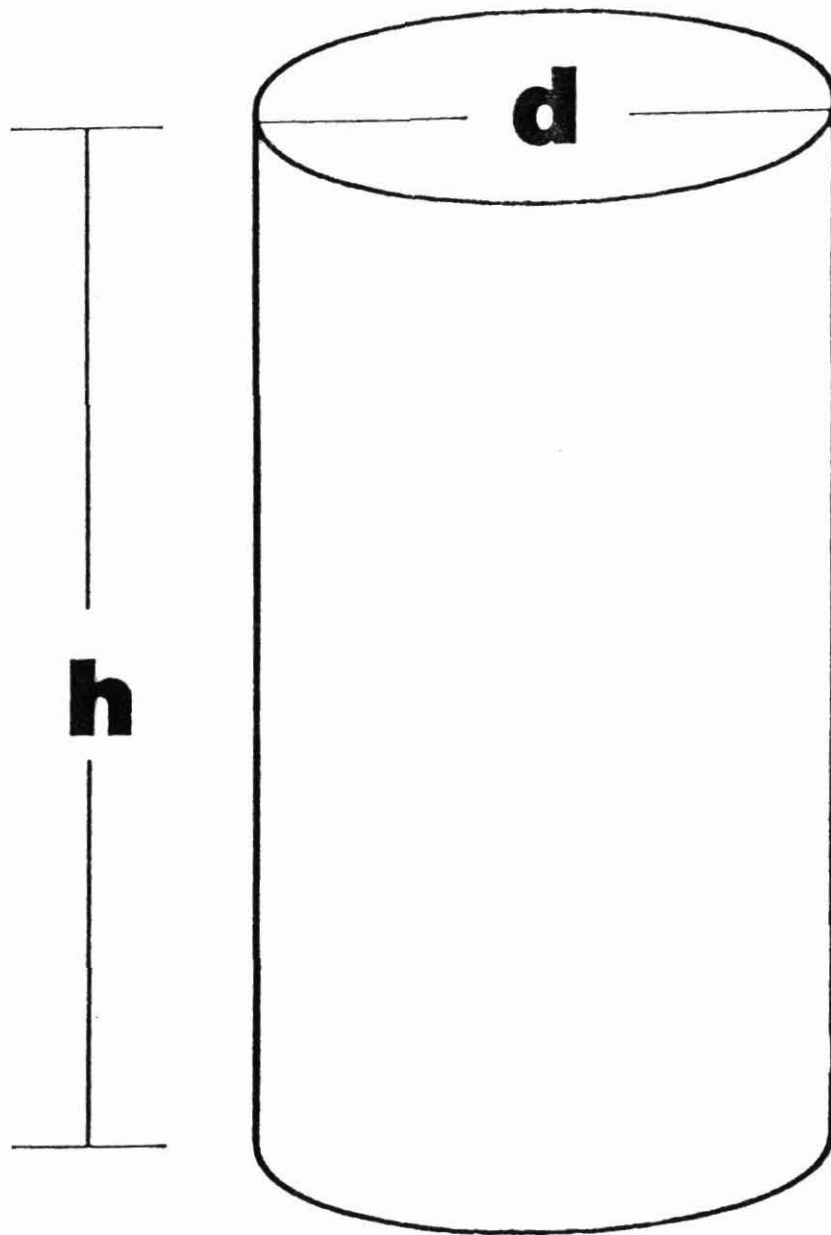
Ejercicio 1.1

Uso de la densidad aparente para determinar el peso real del suelo

- Objetivos
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de Trabajo
- Información de retorno

Resumen de la Secuencia 1

FORMAS DE DETERMINAR EL VOLUMEN DE UN RECIPIENTE CILINDRICO



$$V = \pi \left(\frac{d^2}{4} \right) h, \text{ donde:}$$

V = volumen de la lata en cc

$\pi = 3.1416$

d = diámetro de la lata en cm

h = altura de la lata en cm

**PESO EN KG DE 1 HA DE SUELO, A UNA
PROFUNDIDAD DE 0-20 CM Y CON
DIFERENTES DENSIDADES APARENTES**

Densidad aparente (g/cc)	Peso (kg/ha)
0.5	1,000.000
0.6	1,200.000
0.7	1,400.000
0.8	1,600.000
0.9	1,800.000
1.0	2,000.000
1.1	2,200.000
1.2	2,400.000
1.3	2,600.000
1.4	2,800.000
1.5	3,000.000
1.6	3,200.000
1.7	3,400.000
1.8	3,600.000
1.9	3,800.000
2.0	4,000.000

**PESO EN KG DE UNA HECTAREA DE DIFERENTES CLASES DE SUELO
A UNA PROFUNDIDAD DE 0 - 20 CM**

Densidad aparente g/cc	Tipo del suelo	Peso suelo kg/ha
1.6	Arenoso	3'200.000
1.4	Arcilloso	2'900.000
1.3	Limoso	2'600.000
0.3	Orgánico	600.000

SECUENCIA 2

Muestreo de suelos

Objetivos

- Aplicar técnicas de muestreo de suelos para obtener una muestra compuesta homogénea y representativa del suelo del lote o finca cuya evaluación de fertilidad interesa conocer.

Contenido

- Representatividad de la muestra
- Delimitación de áreas para cada muestra
- Número de submuestras
- Profundidad de muestreo
- Epocas de muestreo
- Areas en donde no se deben tomar las submuestras
- Formas de tomar las muestras
- Hoja de información
- Envío de la muestra

Bibliografía

Ejercicio 2.1

Algunos aspectos teóricos del muestreo de suelos

- Objetivos
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de Trabajo
- Información de retorno

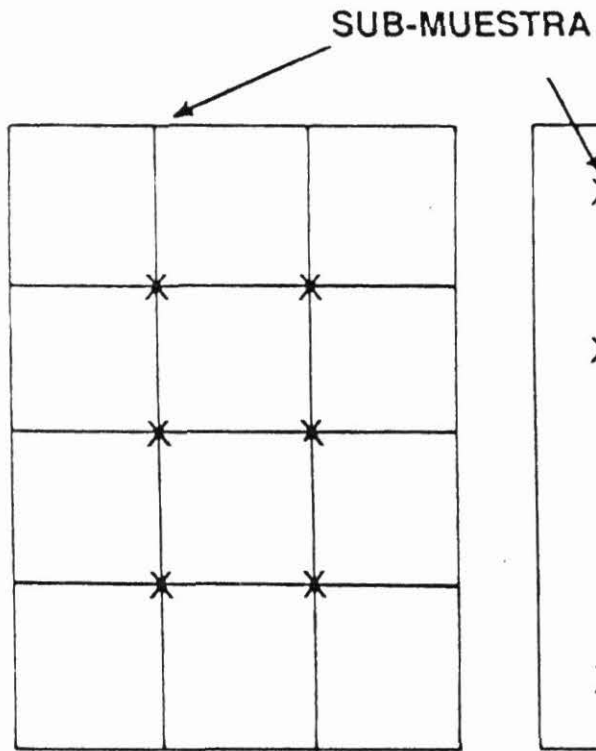
Ejercicio 2.2

Toma de muestras de suelo

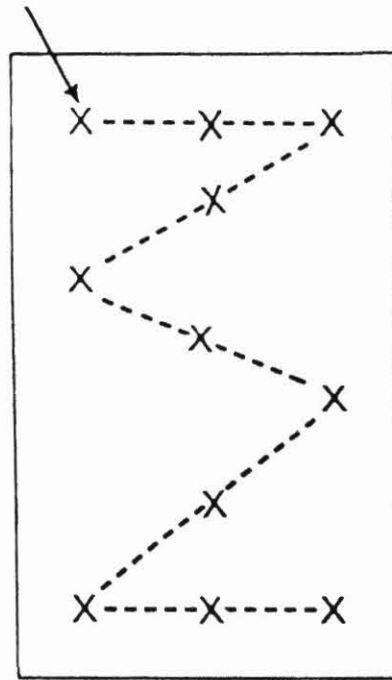
- Objetivos
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de Trabajo
- Información de retorno

Resumen de la Secuencia 2

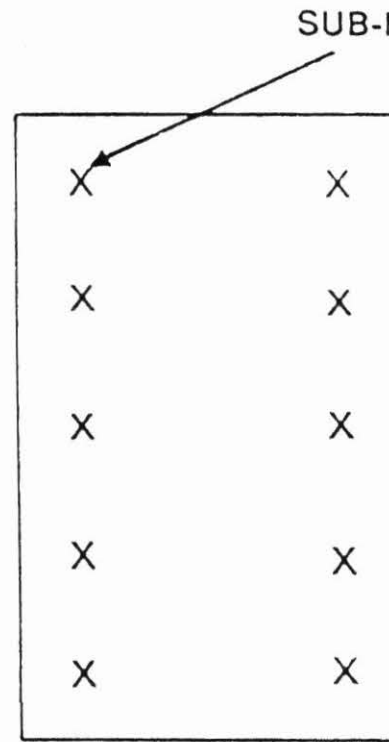
SELECCION DE PUNTOS DE MUESTREO



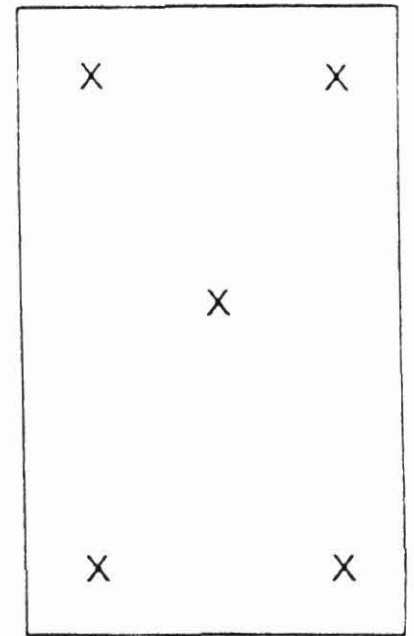
RETICULA
INVESTIGACION



ZIG-ZAG



INADECUADA

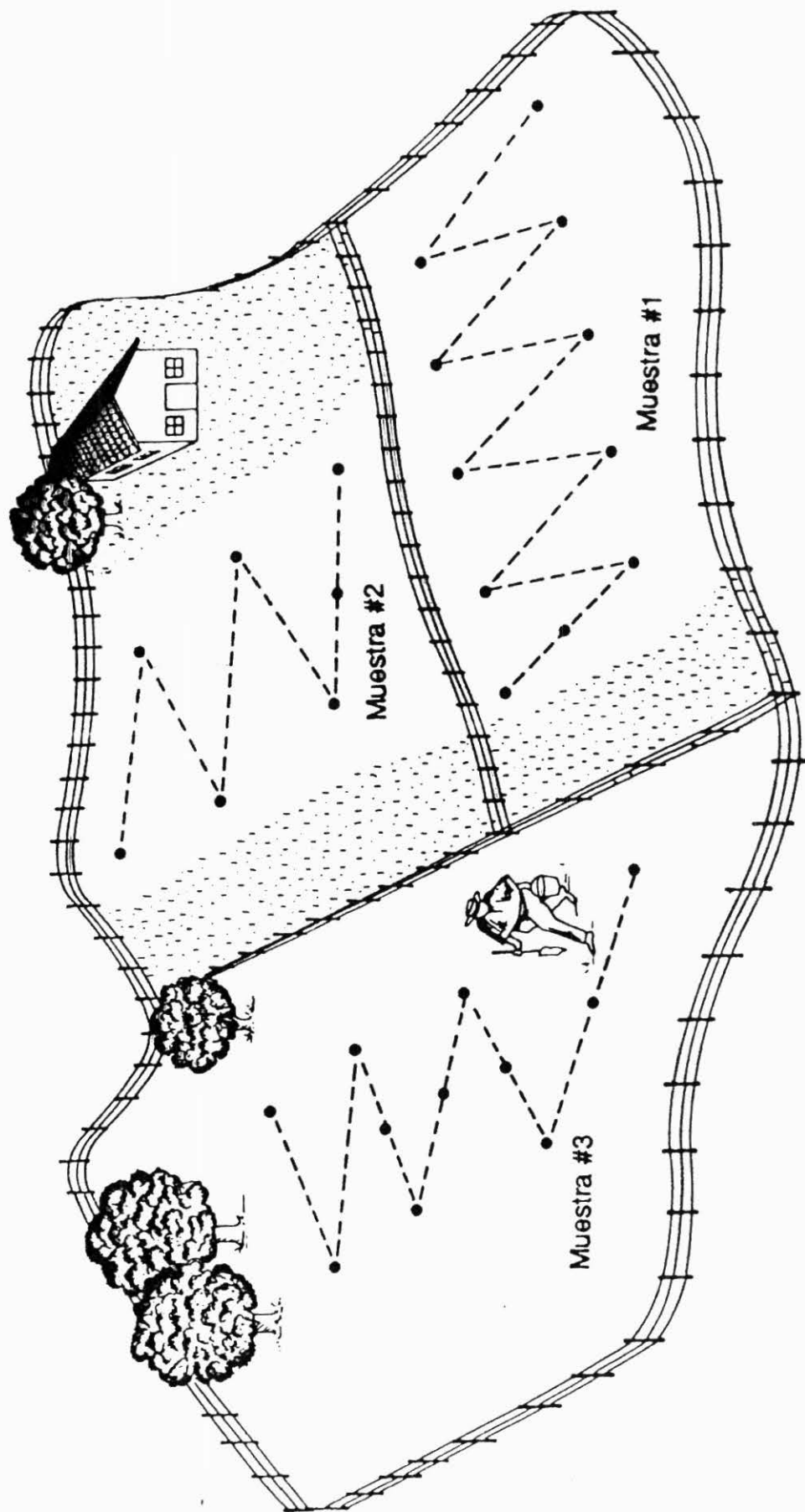


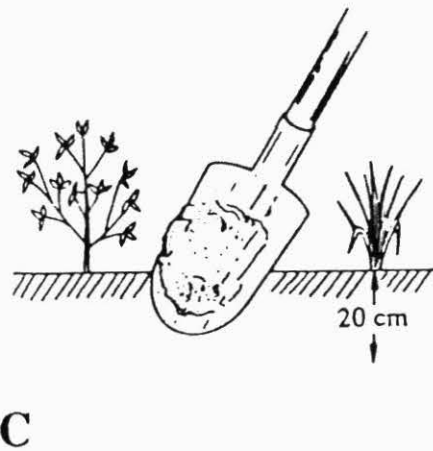
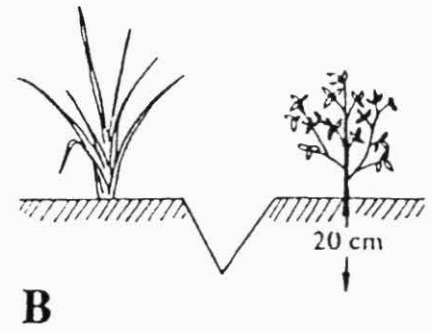
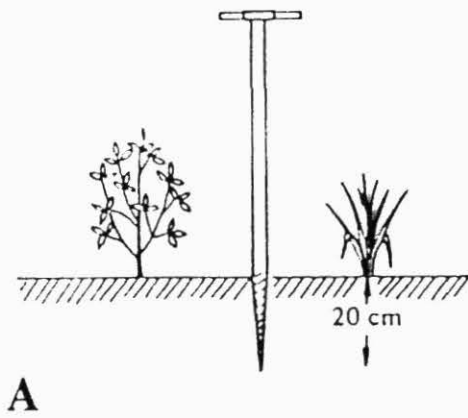
INADECUADA

NUMERO DE SUBMUESTRAS SIMPLES POR AREA DE MUESTREO

Hectáreas	No. submuestras
< 3	15
3 - 5	20
5 - 7	25
7 - 10	30

DELIMITACION DE LAS AREAS DE MUESTREO EN UNA FINCA O CAMPO DE CULTIVO



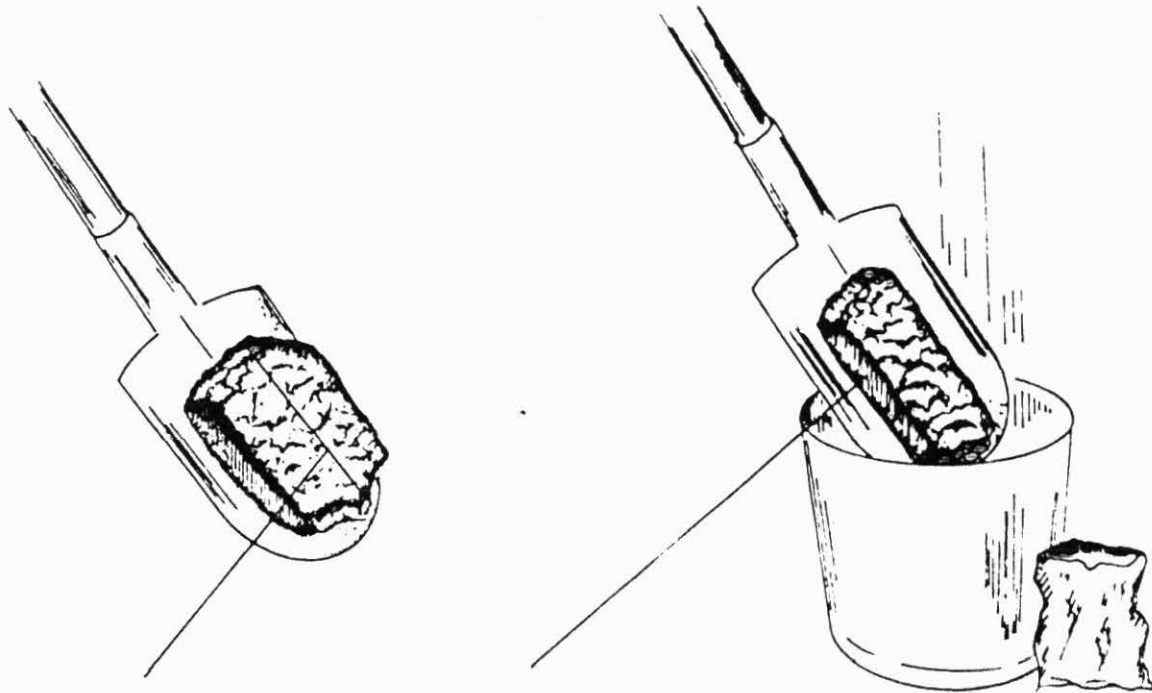


(A) Uso del barreno

(B) Huevo para el uso de la pala

(C) Uso de la pala

(D) Porción o tajada de suelo con espesor de 2-3 cm



Parte de la submuestra
que se elimina con
un cuchillo

Parte del suelo
que constituye
la submuestra y
que se coloca en
balde plástico

Balde para recoger
las submuestras

Características de la submuestra

(es recomendable eliminar la parte de la submuestra indicada en la figura)

SECUENCIA 3

Interpretación del análisis químico de suelos

Objetivos

Evaluar mediante la interpretación de los resultados del análisis químico del suelo y de las tablas de niveles críticos, el estado de fertilidad de un suelo, para el cultivo del frijol, diagnosticando desórdenes nutricionales como deficiencias, toxicidades o combinaciones de éstas.

Contenido

- Fundamentos del análisis químico de suelos
- Interpretación de resultados del análisis químico de suelos

Bibliografía

Ejercicio 3.1

Interpretación de los análisis de suelos

- Objetivos
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Resumen de la Secuencia 3

CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE ACUERDO CON LOS NIVELES DE pH

Clasificación	Niveles	Características
Muy ácidos	< 5.5	Se pueden presentar toxicidades causadas por Al, Fe, Mn y deficiencias de P, Ca, Mg, Mo y N. Es necesario encalar
Medianamente ácidos	5.5 - 5.9	Baja solubilidad del P y regular disponibilidad del Ca y Mg. Algunos cultivos requieren encalamiento
Ligeramente ácidos	6.0 - 6.5	Es la condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos
Neutros	6.6 - 7.3	Buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P; baja disponibilidad de micronutrientes excepto de Mo
Alcalinos	7.4 - 8.0	Posibles excesos de Ca, Mg y carbonatos. Baja solubilidad del P y micronutrientes con excepción del Mo. Se inhibe el crecimiento de varios cultivos. Es necesario tratar el suelo con enmiendas
Muy alcalinos	> 8.0	Posible exceso de Na. Se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos

CRITERIOS PARA CONSIDERAR EL Al COMO PROBLEMA

Criterios	Niveles (meq/100 g de suelo)
Contenido de Al	Mayor que 1.0
Relación $\frac{Ca + Mg + K}{Al}$	Menor o igual a 1.0
% de saturación de Al	Mayor que 10 si el suelo es mineral Mayor que 50% si el suelo es orgánico

CLASIFICACION DE LOS SUELOS MINERALES SEGUN SU CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

Clasificación	Niveles (%)
Bajo	0 - 2
Medio	2.1 - 4
Alto	Mayor que 4

**NIVELES CRITICOS DE P EN EL SUELO SEGUN LA METODOLOGIA DE
EXTRACCION UTILIZADA.**

Métodos	Niveles críticos
Bray I	11 ppm
Bray II	15 ppm
Olsen - EDTA	14 ppm
Carolina Norte	13 ppm

**CLASIFICACION DE SUELOS DE ACUERDO CON EL CONTENIDO DE K
INTERCAMBIABLE (meq/100 g)**

Clasificación	Niveles (meq/100 g)	Probabilidad de respuesta
Bajo a deficiente	< 0.02	Alta
Nivel crítico	0.20	
Alto	> 0.40	Baja a nula

TABLA PARA INTERPRETACION DE LOS VALORES DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO DEL SUELO

Categorías	Rangos (meq/100 g)
Baja	Menor que 10
Media	De 10 - 20
Alta	Mayor que 20

**CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO SEGUN
LA TEXTURA DEL SUELO**

Texturas	Rangos (meq/100 g)
Pesados (arcillosos)	25 - 50
Medianos (francos y limosos)	10 - 30
Livianos	5 - 15
Suelos orgánicos (mayor del 20% de M.O)	Mayor que 50

TABLA PARA LA INTERPRETACION DEL PORCENTAJE DE SATURACION DE BASES EN EL SUELO $(\frac{Ca^{++} + Mg^{++} + K^{++}}{CIC}) \times 100$

Clasificación	Niveles (%)
Baja	0 - 40
Media	41 - 60
Alta	> 80

**CLASIFICACION DEL SUELO DE ACUERDO CON LA CANTIDAD DE
CALCIO EXTRAIDO CON KCl 1.0 N**

Clasificación	Niveles (meq Ca/100 cc)
Deficiente	0.3
Nivel crítico	2.2
Alto	> 4.0

**TABLA PARA LA INTERPRETACION DE LA
RELACION Mg/K EN EL SUELO**

Clasificación	Niveles
Baja	0.2
Nivel crítico	1.6
Alta	> 3.6

**TABLA PARA LA INTERPRETACION DE LOS
NIVELES DE MAGNESIO EN EL SUELO EN
meq/100g (OLSEN MODIFICADO)**

Clasificación	Niveles (meq/100 g)
Deficiente	0.12
Nivel crítico	0.8
Alto	> 2.0

NIVELES CRÍTICOS DE ELEMENTOS MENORES PARA EL CULTIVO DEL FRIJOL

Elementos	Métodos extracción	Niveles críticos ppm
B	Agua caliente	0.4 - 0.6
Zn	Carolina Norte	0.8
Mn	Carolina Norte	5
Cu	0.5 M - EDTA	0.7
Fe	$\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (pH 4.8)	2.0

METODOLOGIAS MAS UTILIZADAS EN AMERICA CENTRAL PARA HACER ANALISIS DE SUELOS

Determinación	Solución extractora	Unidades de expresión
pH	En agua 1:2.5	
Materia orgánica	Método de Walkley y Black	%
P, Fe, Cu, Mn, Zn	Olsen modificado	ppm
K	Olsen modificado	meq/100 ml suelo
Ca, Mg, Al, H int. CIC	KCl 1 N	meq/100 ml suelo
CIC, K, Ca, Na, Mg	NH ₄ OAC pH7 N	pH
B y S	Fosfato de calcio	ppm

SECUENCIA 4

Formulación de recomendaciones para el uso de fertilizantes y enmiendas con base en el análisis químico de suelos y los requerimientos nutricionales del frijol

Objetivos

- Aplicar el concepto de requerimiento nutricional.
- Identificar los factores necesarios para elaborar una adecuada recomendación para el uso de fertilizantes y cal para el frijol
- Reconocer las unidades en que se expresan los resultados del análisis químico.
- Efectuar conversiones entre diferentes sistemas de unidades usadas en los análisis químicos y las recomendaciones.
- Elaborar recomendaciones utilizando el análisis químico de suelos

Contenido

Criterios sobre esencialidad

- Requerimientos nutricionales del cultivo del frijol
- Formas como el frijol absorbe los nutrimentos
- Formas de dar los resultados de los análisis químicos, las recomendaciones y el contenido de nutrimentos de los fertilizantes
- Métodos de conversión de unidades
- Objetivos y componentes de una recomendación para el uso de fertilizantes
- Formulación de una recomendación de fertilizantes para el cultivo del frijol - Ejemplo
- Encalamiento de los suelos

Bibliografía

Ejercicio 4.1

Estudio de casos para la interpretación del análisis químico y recomendación de fertilizantes

Resumen de la secuencia 4

FORMAS COMO EL FRIJOL ABSORBE LOS DIFERENTES NUTRIMENTOS DEL SUELO

Nutrimentos	Formas de absorción
N	NH_4^+ , NO_3^-
P	H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}
K	K^+
Ca	Ca^{++}
Mg	Mg^{++}
S	SO_4^{2-}
B	BO_3H_2^-
Cl	Cl^-
Cu	Cu^{++} , quelatos
Fe	Fe^{++} , Fe^{+++} quelatos
Mn	Mn^{++}
Zn	Zn^{++}

**FACTORES DE CONVERSION DE PARTES POR
MILLÓN (ppm) A KILOGRAMOS POR
HECTAREA (Kg/Ha) Y A UNA PROFUNDIDAD DE
0 - 20 cm, PARA SUELOS CON DIFERENTES
VALORES DE DENSIDAD APARENTE**

Densidad aparente g/cc	ppm → Kg/ha multiplicar por
0.5	1.0
0.6	1.2
0.7	1.4
0.8	1.6
0.9	1.8
1.0	2.0
1.1	2.2
1.2	2.4
1.3	2.6
1.4	2.8
1.5	3.0
1.6	3.2
1.7	3.4
1.8	3.6

**FACTORES DE CONVERSIÓN DE
MILIEQUIVALENTES POR 100 GRAMOS DE
SUELO (meq/100 g) A KILOGRAMOS POR
HECTÁREA (Kg/Ha) PARA SUELOS CON
DIFERENTES VALORES DE DENSIDAD
APARENTE Y A UNA PROFUNDIDAD DE 0-20cm**

Densidad aparente g/cm	meq/100 g → kg/ha multiplicar por		
	K	Ca	Mg
0.5	390	200	120
0.6	468	240	144
0.7	546	280	168
0.8	624	320	192
0.9	702	360	216
1.0	780	400	240
1.1	858	440	264
1.2	936	480	288
1.3	1014	520	312
1.4	1092	560	336
1.5	1170	600	384
1.7	1326	680	408
1.8	1404	720	432

ECUACION DE FRIED Y BROESHARD

$$Q = f (S, P, P_p, E)$$

En donde:

- Q = Dosis de nutrimento a aplicar
- S = Nivel de disponibilidad del nutrimento en el suelo
- P = Requerimiento nutricional de la planta
- P_p = Potencial de producción
- E = Eficiencia del fertilizante

5.
 - Toxicidad de Al y Mn
 - Deficiencias de P, Ca, Mg, K, Mo y N

6. N, K y Ca

7.
 - Disponibilidad del nutrimento en el suelo
 - Requerimiento nutricional de la variedad que se va a utilizar
 - Potencial de producción del cultivo
 - Eficiencia de la fertilización

8. Criterio 1: Comparar la cantidad de P del análisis químico, con el nivel crítico.
Criterio 2: Comparar la cantidad de P en el suelo con el requerimiento de la variedad.

FACTORES DE CONVERSION DE LA NOTACION EN FORMA DE OXIDOS A LA NOTACION ELEMENTAL

Notación por óxidos	Dividir por factor	Notación elemental
P_2O_5	2.29	P
K_2O	1.20	K
CaO	1.40	Ca
MgO	1.65	Mg
ZnO	1.25	Zn
MnO	1.29	Mn
CuO	1.25	Cu
B_2O_3	3.21	B

RECOMENDACIONES PARA EL ABONO FOLIAR EN UN CULTIVO DE FRIJOL SEMIMECANIZADO

Tipos de suelo	Pendiente (%)	Abono foliar	
Aluvial bien y moderadamente drenado (Udolls, Ustults, Tropepts) Coluvio - aluvial (Tropepts)	0 - 30 3 - 10	3 kg urea/200 l H₂O	Sequía prolongada Aplicación urea 1% Máximo 3 aplicaciones
Volcánicos (Andepts)	3 - 15 30 - 80	3 kg urea/200 l H₂O	Sequía prolongada Aplicación urea 1% Máximo 3 aplicaciones
Volcánico a partir de Tobas (Tropets)	3 - 15	2 l/ha de Quelatos y/o Metalozatos	30 - 40 D.D.S. 2 kg/100 l H₂O de Urea (si no aplica suelo) Urea 1%
Coluvio aluvial antiguo (Ustalfs)	3 - 15	24 kg urea/200 l H₂O	Sequía prolongada aplicación urea al 1% Máximo 3 aplicaciones
Residual (Ustults - humults)	3 - 15	Quelatos o Metalozatos + Urea	30 - 40 D.D.S. 20 kg/100 l de H₂O (si no aplica suelo) urea 2%

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DEL SUELO

ANALISIS

Identificación	Muestra No.	M.O · %	pH H ₂ O	P ppm	meq/100 g				ppm					%
					Ca	Mg	K	Al	Fe	Cu	Zn	Mn	B	S
Paráiso	3562	6.60	5.0	3	2.78	1.97	0.15	1.5	296	29	6	200	0.6	102

ANALISIS TEXTURAL

Identificación	Muestra No.	g/cc	(%)			Clase textural
		d.a.	Arena	Limo	Arcilla	
No. 1	3562	1.15	42.15	16	41.5	ARCILLOSO

EVALUACION FINAL DE CONOCIMIENTOS INFORMACION DE RETORNO

1. Es importante conocerla porque a través de ella podemos conocer el peso real del suelo y evitar de esta forma subestimaciones o sobrestimaciones de la cantidad de fertilizantes y/o enmiendas para aplicar.

2.
 - Area de diferente topografía
 - Area de diferente color
 - Area con diferentes cultivos
 - Area de textura diferente
 - Area con diferente fertilización

3.
 - En la orilla de caminos
 - Cerca de casas o establos
 - Donde se han quemado residuos
 - Donde ha habido remoción de tierra

4. Se utiliza un cuadro que permite identificar el factor de conversión de meq/100 g a kg/ha, teniendo en cuenta la densidad aparente.