BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA
25 ENE. 2002

DISEÑO DE CURSOS DE CAPACITACION
C.I. Ceisa. Noviembre de 1999

ANTECEDENTES

Dentro del Plan de Capacitación del convenio Dama Corpoica 015, se planeó la realización del curso Diseño de Cursos de Capacitación que hace parte del componente Comunicación para la Transferencia. Este componente esta dirigido a los funcionarios de las Ulatas, Corpoica y el Dama, a fin de fortalecer los procesos de comunicación para la transferencia y especialmente la capacitación para el diseño y ejecución de eventos de capacitación y transferencia de tecnologia.

Según los resultados de investigación, una de las estrategias de capacitación más utilizadas por el usuario intermediario para transferir tecnología es el curso. Esta estrategia requiere un tratamiento planificado. La experiencia ha demostrado que hay muchas debilidades en este campo, en la mayoría de los profesionales.

Ante la necesidad de capacitar al personal técnico de las Ulata se pensó en la importancia de instruirlos sobre las temáticas relacionadas con el diseño de cursos de capacitación como son la planeación, la estrategia metodológica, las técnicas de comunicación, la administración y la evaluación de este tipo de eventos. Estos aspectos son básicos en sus labores de transferencia de tecnología que ellos realizan en sus zonas de trabajo y que en todo momento tienen que estar en interacción con los productores.

Los temas relacionados con estos aspectos son poco conocidos y utilizados por los técnicos de las Ulata y de ahí las grandes deficiencias que tienen el proceso enseñanza aprendizaje y que comúnmente hacen parte del ejercicio cotidiano de Transferencia de Tecnología a los productores de las localidades.

Este curso, como cualquier evento que se realiza tuvo una fase de planeación anticipada y oportuna, ya que partió de la demanda o las necesidades sentidas de la clientela, que en este caso fue tanto por parte de Corpoica, como de los funcionarios de las Ulata.En esta etapa de planeación se llevó a cabo la respectiva elaboración del presupuesto, ajuste de los contenidos, los temas y la convocatoria de capacitados y capacitadores.

Para realizar un curso interesante y funcional para los participantes se pensó en los capacitadores, autores de las unidades instruccionales que se impartirían, quienes tienen una amplia experiencia en la temática. De esta manera, se tuvo la participación de los instructores Aníbal Zuluaga, Jesán Gómez, Cesar Jaramillo, Humberto Fierro y Nidia Ramírez.

La funcionalidad del curso por otra parte es el resultado del apoyo institucional que ha venido prestando el DAMA en toda esta serie de cursos del Plan de Capacitación.

El presente documento describe los aspectos importantes del desarrollo del curso (programa, participantes y otros), los temas y metodológias de aprendizaje empleadas por los instructores, así como las evaluaciones de instructores, del evento en general y las recomendaciones para mejorarlo.

OBJETIVO

Propiciar un proceso de aprendizaje en técnicas educativas tanto a los funcionarios de Corpoica como de las Ulata de las localidades rurales del Distrito Capital de tal forma que haga más eficiente y facilite su labor de capacitación.

De manera especifica, se probó la eficiencia para el aprendizaje de los contenidos de instrucción, ejercicios, información de retorno y ayudas didácticas, elaborados por los instructores.

METODOLOGIA DEL CURSO

Este curso- taller se planeó para ser realizado, en forma intensiva, en cuatro días, ya que por sus mismas características y por la experiencia que se tiene debe desarrollarse en cinco días. El evento se realizó, durante el 23 y el 26 de noviembre, en las instalaciones del C.I. Ceisa, en Corpoica, con el fin de ser más eficientes en el uso de los recursos físicos y económicos.

En el curso participaron 11 funcionarios de Corpoica y 8 de las Ulata.

El desarrollo de la capacitación se realizó a través de 6 unidades instruccionales, cada una de las cuales, a su vez, se dividió en secuencias instruccionales. Cada secuencia se compone de un contenido instruccional, ejercicios, información de retorno y uso de ayudas didácticas.

Cada secuencia instruccional fue evaluada por los participantes en términos de su utilidad, calidad, cantidad y tiempo.

Unidad	Secuencias	Instructores
Fundamentación teórica	3	Aníbal Zuluaga
Planeamiento del curso	3	Cesar Augusto Jaramillo
Estrategia Metodológica	3	Jesán Gómez
Ayudas Educativas	2	Nidia Ramírez
Administración y Moderación	2	Nidia Ramírez
Seguimiento y Evaluación	2	Luis Humberto Fierro

Para cada temática los instructores utilizaron las siguientes Estrategias de Aprendizaje:

- Presentación de los temas con apoyo de ayudas audiovisuales
- Ejercicios prácticos con grupos de trabajo con el fin de generar debate y complementaridad en el aprendizaje.
- Retroalimentación de información como parte de la presentación de los capacitadores.
- Evaluación de cada instructor en cada sesión de temas y una evaluación general y final del curso.

El curso se caracterizó por ser ampliamente práctico y con buena participación de los capacitados. A medida que se avanzó se observó mayor interés por la temática y la importancia en el ejercicio cotidiano especialmente de los técnicos Ulata. Es necesario aclarar que se tuvieron temáticas de mayor y menor interés para la audiencia. A pesar de la alta intensidad de trabajo 4 días , se logró mantener la audiencia durante este tiempo.

Los productos finales del curso fueron:

La información de retorno que aportaron los participantes a los instructores sobre la calidad de la información presentada.

Un borrador de una unidad didáctica, mediante el trabajo grupal, sobre un tema de capacitación seleccionado por los mismos participantes y en la cual pudieron aplicar los conceptos, métodos y herramientas ofrecidas a través de la instrucción.

Se capacitaron 19 personas entre funcionarios de las Ulata y de Corpoica. Se considera estas personas están en Capacidad de Elaborar un Curso de Capacitación, siguiendo los parámetros establecidos y aprendidos.

PARTICIPANTES

Nombre	Entidad	Localidad/ Dependencia
German Angel Berrio	Ulata	Chapinero
Nelson H. Serrano	Ulata	Usme
Doris Rodriguez	Ulata	Santa Fe
Luis Eduardo. Ramirez	Ulata	Ciudad Bolívar
Alexander Bustos C	Ulata	Santa Fe
Liliana Vargas	Ulata	Ciudad Bolívar
Luis. Enrique Ramírez	Ulata	Ciudad Bolívar
Diego Alberto Deaza	Ulata	Usme
Nestor H. Alarcón	Corpoica	Regional 1 .Grupo Agrícola
Baltazar Coronel	Corpoica	Regional 1. Creced Bacatá.
Beatriz Franco L	Corpoica	Regional 1. Transferencia de Tecnología.
Anita Fox Ramírez	Corpoica	Biblioteca
María del Socorro Cerón	Corpoica	Regional 1. Grupo Agrícola
Luis Jesús Villamizar	Corpoica	Regional 1. Creced Bacata
Carlos H .Forero	Corpoica	Biometria
Fabiola Castro	ICA	Biblioteca
Efren Alirio Díaz	Corpoica – Dama	
Maribel Caro	Corpoica - Dama	
Roberto Alvarez	Corpoica	Sistemas de Producción

DESARROLLO DE LA TEMATICA DEL CURSO

El curso se inició con una presentación general, en la cual se conocieron las expectativas de los participantes. Como parte de éstas, se comentó, sobre la necesidad de profundizar en la temática, debido a que especialmente en la experiencia práctica de las Ulata, es poco el conocimiento de los diversos parámetros que se deben tener en cuenta en la elaboración de un determinado curso. De esta manera, el evento fue de amplia expectativa para la clientela convocada.

A continuación se dio paso a la charla de los instructores.

Fundamentación Teórica de la Capacitación. Aníbal Zuluaga.

El objetivo de esta unidad fue conocer los aspectos relacionados con: Conceptos de Pedagogía y Didáctica, Enseñanza y Aprendizaje, y su sentido de aplicación.

En esta unidad se presentó la importancia de estos conocimientos y su relación con el papel que debe jugar la persona que trabaja en la función de instructor en los cursos de capacitación. La temática fue tratada en 3 secuencias correspondientes a una Unidad Instruccional.

Secuencia 1: Temas de Educación
Secuencia 2: Temas de Aprendizaje
Secuencia 3: Diseño Instruccional

De la secuencia 1 se comento sobre conceptos de educación, educación formal y no formal. Sobre la importancia de ver la educación dentro de un enfoque sistémico, es decir como un conjunto de partes o elementos que se interrelacionan y se orientan a un objetivo predeterminado.

Posteriormente se habló sobre los conceptos de pedagogía, recalcándose que el pedagogo trabaja afectando el conocimiento, pensamiento y la conducta (habilidades y destreza) de los alumnos.

Por otra parte, se comentó sobre conceptos de didáctica , considerada como metodología de instrucción y sobre el Modelo Didáctico Operativo, con sus respectivas secuencias tales como: vivencias, conceptualizaciones, documentación, ampliación y aplicaciones.

La secuencia 2 de aprendizaje relacionó los aspectos del usuario (a quien enseñar), el objeto del aprendizaje y la forma de enseñanza.

A nivel del tema aprendizaje se trabajo, sobre sus principios, la relación con la conducta humana (conductas cognoscitivas, afectivas, psicomotoras) , con la solución de problemas y con el cambio de actitudes.

Como un aspecto interesante se comento sobre los factores que debe tener en cuenta un capacitador para generar cambio de actitud en los participantes de un curso entre los que se mencionaron: Credibilidad de quien solicita o

reclama el cambio, la claridad y sencillez del mensaje, la argumentación referida a necesidades y experiencias de los participantes y la alta influencia o liderazgo en el grupo.

Con la secuencia tres se relacionaron los aspectos generales de Diseño instruccional, sus principios y la explicación de la necesidad de ver los programas de instrucción como sistemas dotados de 5 componentes (insumos, procesos, resultados e impacto) los cuales se interrelacionan ampliamente.

Estos temas se abordaron a través de ejercicios prácticos con los capacitados quienes dieron a conocer su punto de vista. En el anexo 1 se presenta el cuestionario trabajado a nivel de grupo relacionado con las secuencia 1. Posteriormente, se dio un proceso de retroalimentación de la temática por parte del instructor.

Dadas las características de la temática, el instructor además, utilizó como actividad de aprendizaje con los capacitados las lecturas dirigidas , generándose discusión alrededor de la temática.

Planeamiento de un curso de Capacitación. Cesar Jaramillo.

Se desarrolló en tres secuencias instruccionales.

Secuencia 1: Caracterización de los usuarios
Secuencia 2: Contenidos de la capacitación
Secuencia 3. Formulación de objetivos de aprendizaje

Los temas tratados se relacionaron con la importancia de hacer un análisis de contexto en el cual se incluyen las necesidades de la audiencia, el conocimiento de la misma , intereses, conocimiento del tema, formación académica , y otras.

Con base en este conocimiento se ajustan contenidos y actividades de aprendizaje y conceptos acorde con los auditorios. Luego de la explicación conceptual se desarrolló un trabajo en grupo, en el cual los capacitados crearon su propio escenario, relacionado con Análisis de contexto para un curso y caracteristicas de la audiencia.

A nivel de actividades de aprendizaje se comentó acerca de la importancia de los aspectos motivación a capacitados, definición de temas, actividades de capacitación y consecución de recursos entre otros.

Para la segunda y tercera secuencia instruccional se manejaron contenidos de capacitación y formulación de objetivos de aprendizaje, resaltándose que la formulación del objetivo del curso debe estar en función de quien reciba la capacitación. Por otra parte se habló sobre los tipos de objetivos (terminal, intermedio) y sobre los componentes del objetivo de un curso, sujeto, acción, condición y criterio.
Con relación a estos aspectos se realizaron ejercicios grupales , que incluyeron debate interno y presentación de los ejercicios frente al grupo

Técnicas de la Comunicación. Nidia Ramírez

En esta temática se hizo énfasis en los objetivos de la comunicación y las características que se deben tener en cuenta tanto en el discurso oral como escrito. Se puntualizó sobre las normas básicas de la redacción, la expresión oral y corporal, como aspectos indispensables en cualquier presentación.

Se realizó una práctica de expresión oral, donde cada participante demostró sus fortalezas y debilidades ante un auditorio; una vez terminado este ejercicio cada uno pudo observar sus características como expositor ya que se grabó en cámara de video con el fin de que cada uno de los participantes tuviera la oportunidad de observar su desempeño y conociera sus limitaciones y los aspectos que se pueden mejorar. Los participantes además trabajaron en ejercicios de gramática, ortografía y redacción.

Por otra parte se trabajó en los aspectos relacionados con el Diseño , Elaboración y Manejo de ayudas audiovisuales, con énfasis en sus criterios de selección, características, forma de uso y manejo con las diferentes audiencias.

Como refuerzo de esta unidad se hizo un ejercicio práctico sobre la elaboración de acetatos como herramienta para hacer una exposición. Este trabajo se realizó en grupos y cada uno hizo su presentación respectiva. Los demás participantes tuvieron la oportunidad de hacer las críticas respectivas.

Estrategias Metodológicas: Jesán Gómez

Se buscó con esta unidad que al finalizar el curso los capacitados seleccionen las estrategias metodológicas necesarias y adecuadas para la elaboración de cursos. Esta temática se relacionó con las metodologías necesarias para el desarrollo de una estructura temática que facilite el aprendizaje de los capacitados y permita llegar a los objetivos propuestos para el curso.

Se hizo énfasis en que para poder relacionar una unidad instruccional y los objetivos de un curso es necesario trazar una metodología, es decir procedimientos para lograr la creación de espacios didácticos o los adecuados para adquirir conocimientos. Hablo de la importancia de que el objetivo es crear ambientes de aprendizaje para que el participante tenga herramientas, recursos y lo necesario para que se logre este.

La temática se desarrolló con ejercicios en grupo relacionados con el siguiente contenido:

1. La Selección de Estrategias de Aprendizaje y Recursos necesarios en un trabajo en grupo.Ver anexo 2.

2. Conceptos de Unidad Instruccional, Secuencia Instruccional, esto a fin de que los capacitados estén en capacidad de ordenar y construir los componentes de una Unidad y de una Secuencia Instruccional, de acuerdo a las áreas sea cognoscitiva, actitudinal, psicomotora o visual que quiera afectar el capacitador. Ver anexo 3.

3. El Flujograma fue otro de los temas vistos, el cual está relacionado con los pasos que el participante debe realizar en el desarrollo de las secuencias o unidades. Se comentó sobre el orden que deberia tenerse para el desarrollo de las Unidades y Secuencias instruccionales. En el anexo 4 se presenta un ejercicio de retroalimentación sobre secuencias instrucionales.

La temática se desarrolló con base en grupos donde se realizaron ejercicios y la posterior entrega de información de retroalimentación por parte del Capacitador. Finalmente se trabajó con relación a las características de la audiencia, expectativas de aprendizaje y exploración inicial de conocimientos, a través de una lectura dirigida al auditorio en donde se presento un ejercicio de retroalimentación sobre estos últimos aspectos. Ver anexo 5.

Administración y Evaluación del Curso. Nidia Ramírez

En cuanto a la administración de los cursos se analizaron los temas referidos a preparación de cursos, organización, programación, sitios y ambientación de lugares de desarrollo de cursos. Se presentó amplio intercambio de inquietudes con capacitados y se caracterizó por ser una intervención

clara y precisa, donde cada participante tuvo la oportunidad de despejar las dudas relacionadas con la administración y moderación de un curso, qué aspectos deben considerar cuando se realiza un curso, sin omitir detalles que pueden ser causantes de un fracaso en un evento de esta naturaleza. Se hizo un ejemplo de un curso donde cada grupo se puso en el papel de un administrador.

Evaluación de los cursos de capacitación. Luis Humberto Fierro

En cuanto a esta unidad instruccional se hizo especialmente referencia a los conceptos de evaluación, propósito y tipos de evaluación. Se afianzó y sensibilizó al público sobre la importancia de la realización de las evaluaciones(produce información para documentar procesos , cambios en el curso y sustenta la continuidad o terminación de un curso) y los momentos en los cuales se debería realizar, además de la utilidad en la toma de esta información.

Se expuso sobre el propósito de la evaluación, lo que debe determinarse en la evaluación tal como: logros, pertinencia, efectividad, impacto sobre los capacitadores.

La temática también estuvo relacionada con los aspectos a evaluar tales como: Conocimientos, instructores, dominio del tema, habilidades de comunicación, impacto, práctica y aspectos complementarios.

Se estableció y presentó la diferencia entre los resultados e impacto de la evaluación, al igual que se comparo y presentó conceptos y diferencia entre evaluación y seguimiento.

Una vez finalizado el proceso de capacitación se entregó, a cada participante, un modulo denominado Manual para el Diseño de Cursos de Capacitación. En este documento se presenta, de forma explícita, las temáticas expuestas.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Evaluación de los Instructores

La evaluación de los instructores fue muy positiva en las cuatro unidades instruccionales. Según esta evaluación se puede observar la calidad y experiencia de los instructores. En parte esto se debe a que fueron ellos quienes gestaron y escribieron las unidades y secuencias instruccionales, las cuales conformaron el documento Manual para el Diseño de Cursos de

Capacitación. Este proceso ya se realizó en Corpoica con un cubrimiento nacional para todo el personal de investigación y transferencia de tecnología. Según la tabla que se presenta a continuación, se observa las calificaciones en porcentaje de cada uno de los instructores en sus respectivas temáticas.

Evaluación de los instructores (porcentaje de respuestas positivas) con relación a la organización, el dominio del tema, las habilidades de interacción y la dirección de la práctica.

Unidad	Instructor	Organización y claridad	Dominio del tema	Habilidades de interacción	Dirección práctica
1	Aníbal Zuluaga	91	97	94	91
2	César A. Jaramillo	92	95	94	94
3	Jesán Gómez	97	97	100	96
4	Nidia Ramírez	100	100	99	99
5	Nidia Ramírez	100	96	97	98
6	Luis H. Fierro	96	93	94	70

Evaluación del evento

Los criterios utilizados para evaluar la calidad del evento fueron muy bien calificados por el logro de los objetivos, la satisfacción de las necesidades institucionales, la metodología grupal utilizada, la utilidad práctica de lo aprendido y la logistica del evento. Para el 94% de los participantes el curso fue de gran utilidad en su trabajo actual y futuro.

Resultados de la evaluación del evento con relación al logro de los objetivos, la metodología, la utilidad de lo aprendido y el apoyo logístico

Criterio	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
Objetivos vs necesidades			60	40
Logro de objetivos			60	40
Metodología grupal			60	40
Utilidad de lo aprendido			6	94
Apoyo logístico			74	26

Fortalezas del curso

1. Se contó con un equipo de capacitadores diestro , de amplio conocimiento y experiencia del tema. Por parte de los capacitados se contó con un equipo de profesionales inquietos y habidos de conocimiento.

2. Los recursos físicos (salón), económicos y financieros fueron los óptimos para el buen desarrollo del curso.

3. Haber desarrollado a través de metodológias participativas las diferentes Unidades y Secuencias del Curso, en pro del mejor aprendizaje de los capacitados.

Debilidades del curso

1. Falta de mayor información antes del curso respecto a los temas y objetivos del curso a los capacitados.

2. Limitación en tiempo para afianzar y profundizar en temáticas como son: Estrategias Metodológicas, Desarrollo de Unidades Instruccionales y Técnicas de Expresión Oral y Escrita.

3. En relación con la charla planeamiento de un curso de Capacitación faltó profundizar y dar mayor información de retroalimentación para la audiencia.

Aspectos a mejorar del curso:

Por parte de los participantes, se planteó que la temática era amplia, extensa y faltó tiempo para profundizar en ésta. Dentro de algunas sugerencias para mejorar el evento se comentó:

- Utilizar otras estrategias metodológicas como videos y Video beam.
- Debido a la falta de tiempo por parte de los capacitados no se tuvo una asistencia constante. Pensar en realizar estos cursos por sesiones.
- Trabajar con ejemplos guías y con anticipación de consultas y referencias bibliográficas.
- Los capacitados expresaron que algunas de las actividades que se realizan en el corto plazo para transferir o aplicar lo aprendido se relacionan con la formulación de estrategias metodológicas adecuadas para los campesinos de las localidades, en las futuras organizaciones de nuevos cursos, en el diseño de Unidades Intruccionales para el manejo adecuado de los recursos naturales.
- Por otra parte se comenta que se necesita de apoyo institucional , físico, financiero , económico y humano para ejecutar las actividades de transferencia y la aplicación de lo aprendido.

COORDINACIÓN DEL EVENTO

Este curso fue coordinado por Roberto Alvarez, Nidia Ramírez y Maribel Caro, quienes se encargaron de presentar un programa adecuado a las necesidades sentidas de los participantes.

PROGRAMA

23 de Noviembre de 1999		
Hora	**Tema**	**Conferencista**
7: 30 - 8:00	Inscripción de Participantes	
8: 00 - 8:30	Instalación del curso Presentación Participantes y expectativas. Objetivos, Metodológicas y logística	Roberto Alvarez
8: 30 - 12:00	Fundamentación Teórica de la Capacitación.	Anibal Zuluaga
1: 30 - 5:30	Planeamiento de un curso de Capacitación	Cesar Jaramillo
24 de Noviembre de 1999		
8: 00 - 10:00	Planeamiento de un curso para Capacitación.	Cesar A. Jaramillo
10: 00 - 12 :30	Técnicas de comunicación para cursos de Capacitación. Técnicas de expresión oral y escrita.	Nidia Ramírez
1: 00 - 5: 00	Diseño, elaboración y manejo de ayudas audiovisuales.	Nidia Ramírez
25 de Noviembre de 1999		
8:00 - 10 :00	Estrategias Metodológicas	Jesán Gómez
10: 00 - 12: 30	Diagramación de unidades instruccionales	Jesán Gómez
1: 30 - 5:00	Desarrollo de una secuencia instruccional	Jesán Gómez
26 de Noviembre de 1999		
8: 00 - 10:30	Administración y Moderación de los cursos de Capacitación.	Nidia Ramírez
10:30 -12:00	Evaluación de cursos de Capacitación	Humberto Fierro
12:30 - 1:00	Clausura	

ANEXO 1

EJERCICIO

TEMAS DE EDUCACION Y CAPACITACION

A nivel de grupos desarrolle el siguiente cuestionario, dialogue alrededor del tema y presente ante el grupo la ideas del concenso.

1. Qué es la educación ?

2. Hace usted Capacitación. Qué tipos ?

3. Nos podemos considerar educadores ?

4. Obedece la capacitación a motivaciones, necesidades e intereses ? Cúales ?

5. Cómo se hace la capacitación ?

6. Obedece la capacitación a las necesidades de los investigadores y de los usuarios ?

6. Plantea metas especificas la capacitación ?

7. Cree usted que se necesita saber para hacer capacitación ?

8. Hay enfoques u orientaciones en los procesos de capacitación ?

9. Cúantos fracasos hemos tenido y de que tipo?

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
ICA COLOMBIA

ANEXO 2

EJERCICIO

SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y RECURSOS NECESARIOS

INSTRUCCIONES PARA EL PARTICIPANTE

- Trabaje conformando grupos.
- Designe un moderador y un relator
- Seleccione dos objetivos específicos alrededor que el tema que el grupo definió para la unidad didáctica .
- Utilizando el cuadro anexo a este instructivo diseñe una estrategia metodológica de aprendizaje para cada objetivo específico seleccionado y que comprenda actividades , estratégia de aprendizaje, tipo de actividad , tiempo, y finalmente determine que recursos requiere para el total desarrollo de esas actividades, una por una.
- Diligencie totalmente el cuadro siguiente, elabore en papelógrafo o en acetato la agenda para la presentación ante todo el grupo.

CUADRO: ESTRATEGIA METODOLOGICA DE APRENDIZAJE, RECURSOS Y TIEMPO NECESARIO POR ACTIVIDAD SEGÚN OBJETIVO

OBJETIVO									
Nombre Del tema	Estrategia De Aprendizaje	Aula	Tiempo	Campo	Tiempo	Laboratorio	Tiempo	Recurso Humano	Recurso Físico

ANEXO 3

EJERCICIOS

DESARROLLO DE UNIDADES INSTRUCCIONALES

INSTRUCCIONES PARA EL PARTICIPANTE

- Trabaje conformando grupos.
- Designe un moderador y un relator
- Presente la Unidad Instruccional en todas sus partes
- Elabore un acetato o papelógrafo para la presentación en plenaria.

INSTRUCCIONES GENERALES

- Indique las características de la audiencia (la unidad de aprendizaje esta dirigida a ....., homogeneidad o heterogeneidad de la audencia, número de personas, sexo, edad, procedencia. Especificar criterios de sostenibilidad , competitividad y otros (demanda de capacitación , beneficios).
- Relacione las instrucciones para el manejo de la unidad
- La unidad se prepara para quien , región, área. Como se distribuye el contenido de la unidad (No de secuencias), manejo de la unidad Página de contenido, ayudas, diapositivas, acetatos, instrucciones para la comprensión del flujograma. Comprensión de los objetivos específicos. Indique en donde se llevará a cabo la instrucción e informe sobre la evaluación.
- Desarrolle el flujograma para el estudio de la unidad.

ESQUEMA DE UNA SECUENCIA INSTRUCCIONAL

INSTRUCCIONES

- Trabajar conformando grupos.
- Designar un moderador y relator.
- Presente una secuencia instruccional
- Elabore acetato o papelógrafo para la presentación en plenaria.

HOJA DE TRABAJO

- Asignar un título
- Seleccionar los objetivos que corresponden a la secuencia
- Seleccionar los contenidos a desarrollar.
- Seleccionar las ayudas didácticas necesarias para apoyar las presentaciones de los contenidos.
- Describa los recursos que se requieren para la orientación y realización de las prácticas de aula, campo y laboratorio.
- Elabore flujograma.

ANEXO 4

INFORMACION DE RETORNO

ESQUEMA DE UNA SECUENCIA INSTRUCCIONAL

Objetivos

Describir el ciclo de vida del agente causal de la quemazón y del vector del virus de la hoja blanca

Identificar los daños producidos por la quemazón

Contenidos

Enfermedades causadas por hongos
Sintomatología
Ciclo
Enfermedades causadas por virus
Sintomatología
Ciclo

Ayudas didácticas

Especímenes de plantas enfermas
Diapositivas
Lote experimental con la enfermedad
Hojas de trabajo

Ejercicios

Ejercicios en aula: Relacionar agente con enfermedad
Práctica de laboratorio : Reconocimiento de sintomatología y daño.
Práctica de campo. Reconocimiento de focos de enfermedad y daño.

Recursos
Transporte al campo
Lotes sembrados y con focos de enfermedad
Equipo para trabajo de campo.

ANEXO 5

INFORMACION DE RETORNO SOBRE CARACTERISTICAS DE LA AUDIENCIA , EXPECTATIVAS DE APRENDIZAJE , FLUJOGRAMA , EXPLORACION INICIAL DE CONOCIMIENTOS Y TIPOS DE OBJETIVOS

Características de la audiencia

Esta Unidad de Aprendizaje está dirigida a profesionales que trabajan en el área agropecuaria, como Ingenieros Agrónomos, Biólogos, y Técnicos Agropecuarios de nivel medio, quienes hacen extensión rural o prestan asistencia técnica ya sea pública o independiente en el sector privado.

La audiencia, en términos de los conocimientos previos para esta capacitación, deberá ser preferentemente homogénea para facilitar el entendimiento del tema; no obstante, una leve heterogeneidad no será limitante. Personas con menos conocimientos pueden participar como oyentes.

El grupo estará compuesto por 20 participantes que se encuentren trabajando en el cultivo. El sexo, la edad, o la procedencia urbana o rural, no limitan esa participación.

Como necesidades específicas que la audiencia trae a la capacitación podrían citarse:

- Aplicar en la práctica los principios básicos de conservación de suelos en el cultivo de mandioca.
- Utilizar eficazmente las ayudas disponibles para ese fin.
- Reducir los costos de producción de la mandioca.

Instrucciones para el manejo de la Unidad

Esta Unidad de Aprendizaje ha sido preparada para su uso en el área del Cono Sur, por lo cual en ella se hace referencia específica a ese contexto geográfico y a los agroecosistemas comprendidos en dicha región. Las personas interesadas en emplear este material para la capacitación en otras regiones o países deberán realizar los ajustes necesarios, tanto en el contenido teórico como en aquellas partes que se refieren a los resultados de la investigación local.

El contenido de la Unidad se distribuye en tres secuencias instruccionales, con recursos metodológicos y materiales de apoyo, con el fin de facilitarle a la audiencia el aprendizaje. Para optimizar su utilidad sugerimos tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

Antes de usar la Unidad cerciórese de que sus componentes (páginas de contenido, diapositivas y transparencias) se encuentren en buen estado y con la secuencia adecuada; familiarícese con ellos; asegúrese de contar con el equipo necesario para proyectar las diapositivas y transparencias; compruebe su buen funcionamiento; ponga en práctica los recursos metodológicos de la Unidad, midiéndoles el tiempo para que pueda llevar a cabo todos los eventos de instrucción (preguntas, respuestas, ejercicios, presentaciones, etc.); prepare los sitios y materiales que necesite para las prácticas de campo y finalmente asegúrese de tener a mano todos los materiales necesarios para la instrucción.

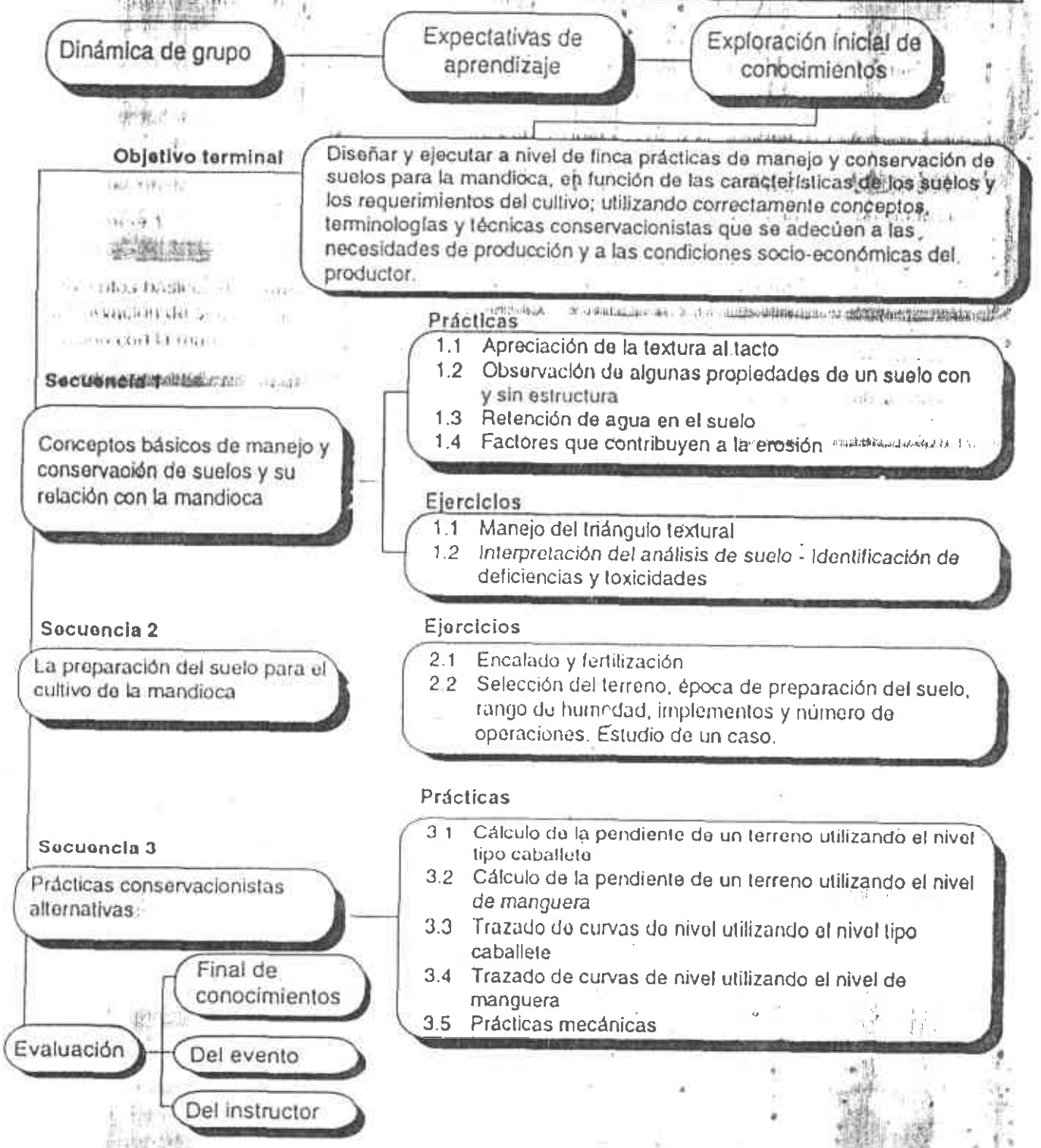
Durante el uso de la Unidad tenga siempre presente que los participantes en el curso son los protagonistas de su propio aprendizaje, por lo tanto, anímelos a participar activamente; revise continuamente el flujograma de actividades programadas y el tiempo que ha destinado para cada una con el fin de asegurar su cumplimiento; evite las discusiones personales innecesarias para que pueda cumplir con los objetivos de la Unidad; escriba las observaciones que, según su criterio, permiten mejorar el contenido y la metodología de la Unidad; haga énfasis en los objetivos específicos para aumentar la concentración de la audiencia; centre la atención de los participantes en los puntos principales y en la relación que tienen todos los subtemas con el objetivo terminal de la Unidad.

Para desarrollar cada secuencia, el instructor discutirá los objetivos específicos, luego expondrá el contenido técnico e introducirá las prácticas y ejercicios en el aula y en el campo.

A los participantes se les hará una evaluación formativa y al final del taller se realizará la evaluación sumativa.

Después de usar la Unidad cerciórese de que todos sus elementos queden en buen estado y en el orden adecuado; obtenga información de retorno con respecto a su eficacia como instrumento de aprendizaje; responda a las inquietudes de la audiencia y haga las preguntas que considere convenientes. Insista en la consulta de la bibliografía recomendada y en la búsqueda de información más detallada sobre los temas del contenido que hayan despertado mayor interés en la audiencia. Finalmente, después de transcurrido el tiempo necesario, evalúe la forma en que se está realizando el manejo y conservación de suelos en mandioca en la zona de influencia de quienes recibieron la capacitación; sus aplicaciones en los lotes de los productores le indicarán su utilidad y el grado de aprendizaje obtenido.

Flujograma para el estudio de esta Unidad[1]



1/ El flujograma muestra la secuencia de pasos que el instructor y la audiencia deben dar para lograr los objetivos.

Flujograma para el estudio de esta Unidad[1]

Expectativas de aprendizaje

Instrucciones para el participante

El cuestionario que se presenta a continuación tiene como objetivo correlacionar sus expectativas con las de sus compañeros y con los objetivos de la Unidad. Cuando haya contestado las preguntas reúnase con sus compañeros de grupo, comparta con ellos las respuestas y nombren un relator para presentar las conclusiones.

Tiempo: 20 minutos

Nombre: _____

Fecha: _____

Edad: _____

Nivel académico: _____

Institución o Entidad: _____

Responsabilidad actual en su trabajo

- ☐ Investigación
- ☐ Extensión
- ☐ Docencia
- ☐ Administración
- ☐ Otros

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

Junto a cada una de las diez frases abajo citadas, coloque una de las tres letras "a, b, c" según la siguiente indicación:

a. Cuando la adquisición del conocimiento es muy necesaria para usted.

b. Cuando es necesaria.

c. Cuando no es necesaria.

1. Al finalizar el estudio de esta Unidad, usted espera:

   1.1 Interpretar un análisis químico de suelo para el cultivo de la mandioca. ___

   1.2 Estar en capacidad de hacer recomendaciones sobre manejo de fertilizantes con base en el análisis químico de suelos y los requerimientos nutricionales de la mandioca. ___

   1.3 Conocer los requerimientos nutricionales de la mandioca. ___

   1.4 Identificar suelos recomendables por sus características físicas, químicas y topográficas para el cultivo de la mandioca. ___

   1.5 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 el manejo y la conservación de los suelos. ___

   1.6 Aplicar las prácticas conservacionistas más indicadas para el cultivo de la mandioca. ___

   1.7 Elaborar planes de preparación y conservación de suelos de acuerdo con los requerimientos de la mandioca. ___

   1.8 Trazar curvas de nivel. ___

   1.9 Demostrar algunas prácticas conservacionistas que satisfagan las necesidades de manejo de los suelos para la producción de mandioca en el Cono Sur. ___

   1.10 Orientar al productor sobre prácticas de preparación del suelo para el cultivo de la mandioca. ___

2. ¿Qué otros conocimientos espera obtener al finalizar el estudio de esta Unidad? _____

_____

_____

2. ¿Qué otros conocimientos espera obtener al finalizar el estudio de esta Unidad? _____

_____

_____

Exploración inicial de conocimientos

Orientación para el instructor

A continuación se presenta un cuestionario cuyas preguntas tienen relación con el contenido técnico de la Unidad. Al contestar estas preguntas se espera lograr una evaluación inicial de los conocimientos que los participantes tienen sobre los temas principales de la Unidad.

Una vez que los participantes hayan contestado el formulario, el instructor dará las respuestas correctas sin entrar en mayores detalles o explicaciones sobre el por qué de las respuestas.

Al finalizar el estudio de la Unidad se hará la evaluación final de conocimientos para comparar los resultados obtenidos con la exploración inicial. De esta manera se podrá tener una indicación del progreso logrado por los participantes.

Exploración inicial de conocimientos

Instrucciones para el participante

Responder este cuestionario le ayudará a conocer cuánto sabe acerca de los aspectos más importantes de esta Unidad. Cuando lo haya respondido, podrá comparar esas respuestas con las que le presente el instructor, y así estimar los conocimientos con que usted inicia el estudio de este tema.

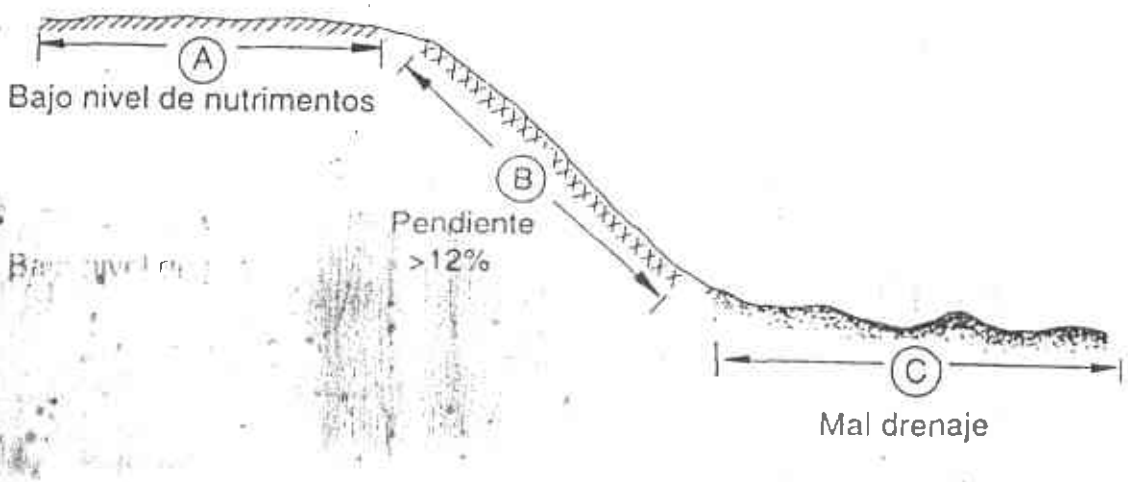
Tiempo: 15 minutos

Nombre: _____

Fecha: _____

1. Cuáles son las condiciones ideales del suelo para la producción de mandioca en relación con:
   - Textura _____
   - Estructura _____
   - Topografía _____
   - Humedad _____
   - Nutrimentos _____

2. Dadas las tres siguientes situaciones:



¿En cuál de las tres preferirfa sembrar un cultivo de mandioca? ¿Por qué? _____

_____

_____

_____

_____

_____

3. En la fertilidad de los suelos interactúan diversos factores físicos, químicos y biológicos. ¿Cuáles de estos factores son los de más fácil manejo? _____

_____

_____

_____

Exploración inicial de conocimientos - Información de retorno

Orientación para el instructor

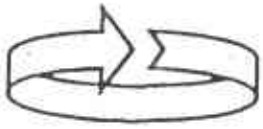
Una vez que los participantes hayan contestado las preguntas del cuestionario, el instructor procede de la siguiente manera:

1. Presenta las respuestas correctas (papelógrafo, acetato, hoja impresa).
2. Permite que los participantes comparen sus respuestas con las que él ha presentado.
3. Discute brevemente las respuestas sin profundizar demasiado en cada una de ellas.

Para hacer más dinámico este ejercicio, los cuestionarios se pueden intercambiar entre los participantes al revisarlos. El instructor puede hacer un conteo del número de individuos que contestaron acertadamente cada una de las preguntas. De esta manera, el instructor puede conocer si es mayor o menor el número de participantes que posee un conocimiento previo acerca de los diferentes tópicos que se tratarán.

Es también recomendable que el instructor tenga a disposición de los participantes las referencias bibliográficas específicas (texto, capítulo, página) que respaldan las respuestas.

Exploración inicial de conocimientos - Información de retorno



1. a. Textura: media.

   Para un buen desarrollo de las raíces, el suelo no debe tener predominio de poros con capacidad de retener agua sobre los que contienen aire; esta relación es una propiedad de los suelos de textura media.

   b. Estructura: baja cohesión.

   Puesto que las raíces de las tuberosas al desarrollarse ejercen presión sobre el suelo, estructuras de baja cohesión facilitan este desarrollo.

   c. Topografía: plana o con declividad máxima de 12%.

   Debido a su lento desarrollo inicial y poca cobertura superficial por las hojas, declividades mayores de 12% causan grandes pérdidas de suelo por erosión.

   d. Humedad: suelo no encharcado.

   En condiciones anaeróbicas ocurre la pudrición de las raíces en el suelo.

   e. Nutrimentos: niveles altos de P, K y de materia orgánica.

   A pesar de que el fósforo se encuentra en cuarto lugar, en cuanto a cantidad requerida por la planta, la bibliografía señala al fósforo como el elemento que más estimula la producción de raíces. La materia orgánica, además de constituirse en fuente de algunos nutrimentos, mejora las propiedades físicas del suelo en general. Al cosechar las raíces se está exportando del suelo cantidades altas de K.

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.

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.

   - Manejo químico: es posible adicionar nutrimentos al suelo y levantar su nivel.
   - Manejo físico: en la práctica es económicamente imposible convertir un suelo arenoso en arcilloso o viceversa, o aumentar su profundidad efectiva o disminuir su declividad, etc.
   - Manejo biológico: es la respuesta al manejo armónico de las propiedades físico-químicas. Cuando no se presentan estas condiciones satisfactorias las poblaciones de flora y fauna del suelo no se estabilizan.

Objetivos

Terminal

✔ Al finalizar el estudio de esta Unidad, los participantes estarán en capacidad de diseñar y ejecutar, a nivel de finca, prácticas de manejo y conservación de suelos para la mandioca, en función de las características de los suelos y de los requerimientos del cultivo; utilizando correctamente conceptos, terminologías y técnicas conservacionistas que se adecúen a las necesidades de producción y a las condiciones socio-económicas del productor.

Específicos

✔ 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.

✔ 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.

✔ Demostrar algunas prácticas conservacionistas qué contribuyen 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.

Introducción

La erosión es uno de los principales problemas que afectan la agricultura y la economía de los países del Cono Sur. Las pérdidas de suelo en la región son muy elevadas. Dentro de cada país, varían en función de la topografía, del tipo de suelo, del cultivo plantado, y del uso de prácticas conservacionistas. En estudios efectuados se obtuvieron datos de pérdidas de suelo que varían de 11 t/ha al año (Margolis *et al.*, 1981), a 221 t/há al año (Aina *et al.*, 1977).

En un ensayo hecho por Marques *et al.* (1961) se encontró que la mandioca causaba pérdidas de suelo por erosión sólo superadas por la "mamona" (*Ricinus communis*) y el frijol (*Phaseolus vulgaris*). La pérdida causada fue de aproximadamente 33 t/ha de suelo, en un terreno cuya pendiente estaba entre 8% y 12%.

Las pérdidas de suelo se producen principalmente en la siembra, y a veces en la cosecha, y pueden continuar después de ésta si el suelo permanece descubierto. Luego de la siembra, la mandioca demora mucho en formar una buena cobertura que proteja el suelo del impacto de las gotas de lluvia. En el Cono Sur los productores de mandioca, en su gran mayoría, la cultivan en suelos con pendiente, lo cual agrava el problema de la erosión causada por la lluvia. Por otra parte, las condiciones económicas de estos productores no favorecen la adopción de prácticas conservacionistas. El uso de tractores e implementos inadecuados, o empleados en forma inadecuada, ha intensificado el problema de la erosión en la región.

La erosión del suelo está causando reducción en la productividad de la mandioca y en los ingresos de los productores. La pérdida de suelo afecta el patrimonio del productor y aumenta la sedimentación en los ríos.

Uno de los principales objetivos de esta Unidad es actualizar a los extensionistas en los principales conceptos relacionados con el manejo y la conservación de suelos, teniendo como cultivo la mandioca. El entendimiento de estos conceptos y de sus interrelaciones conduce a dos objetivos: tomar acertadamente decisiones en las diferentes actividades que constituyen la preparación de los suelos para el cultivo, y permitir a los extensionistas seleccionar prácticas de manejo y conservación de suelos, en función de diferentes condiciones de topografía, lluvias, disponibilidad de maquinaria.

Se espera que la adopción de estas prácticas conservacionistas por parte de los productores disminuya en forma significativa las pérdidas de suelo y mejore la productividad del cultivo de mandioca en la región.

Las prácticas de manejo y conservación de suelos propuestas son el resultado de extensos y continuos trabajos de investigación adelantados por diferentes instituciones de los países del Cono Sur.

Secuencia 1

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

Contenido

Página

Objetivo 1-7

Información 1-9

- Textura 1-9
- Estructura 1-12
- Humedad del suelo 1-14
  - Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP) 1-14
- Materia orgánica 1-16
  - Definición 1-16
  - Composición 1-16
  - Importancia 1-18
  - Fuentes 1-18
- Coloides, iones y Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) 1-18
- Requerimiento nutricional 1-20
  - Importancia 1-20
  - Exportación de nutrimentos 1-21
  - Desórdenes nutricionales 1-21
  - Análisis del suelo 1-22
- Erosión 1-23
  - Definición 1-23
  - Factores físicos 1-24
  - Formas de erosión hídrica 1-26
    - Erosión laminar 1-26
    - Erosión en surcos 1-26
    - Erosión en cárcavas 1-26

Página

Bibliografía 1-27

Práctica 1.1. Apreciación de la textura al tacto 1-29

- Objetivos
- Recursos necesarios
- Orientación para el instructor
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Ejercicio 1.1. Manejo del triángulo textural 1-32

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

Práctica 1.2. Observación de algunas propiedades de un suelo con y sin estructura 1-35

- Objetivos
- Recursos necesarios
- Orientación para el instructor
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Práctica 1.3. Retención de agua en el suelo 1-38

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

Ejercicio 1.2. Interpretación del análisis de suelo. Identificación de deficiencias y toxicidades 1-41

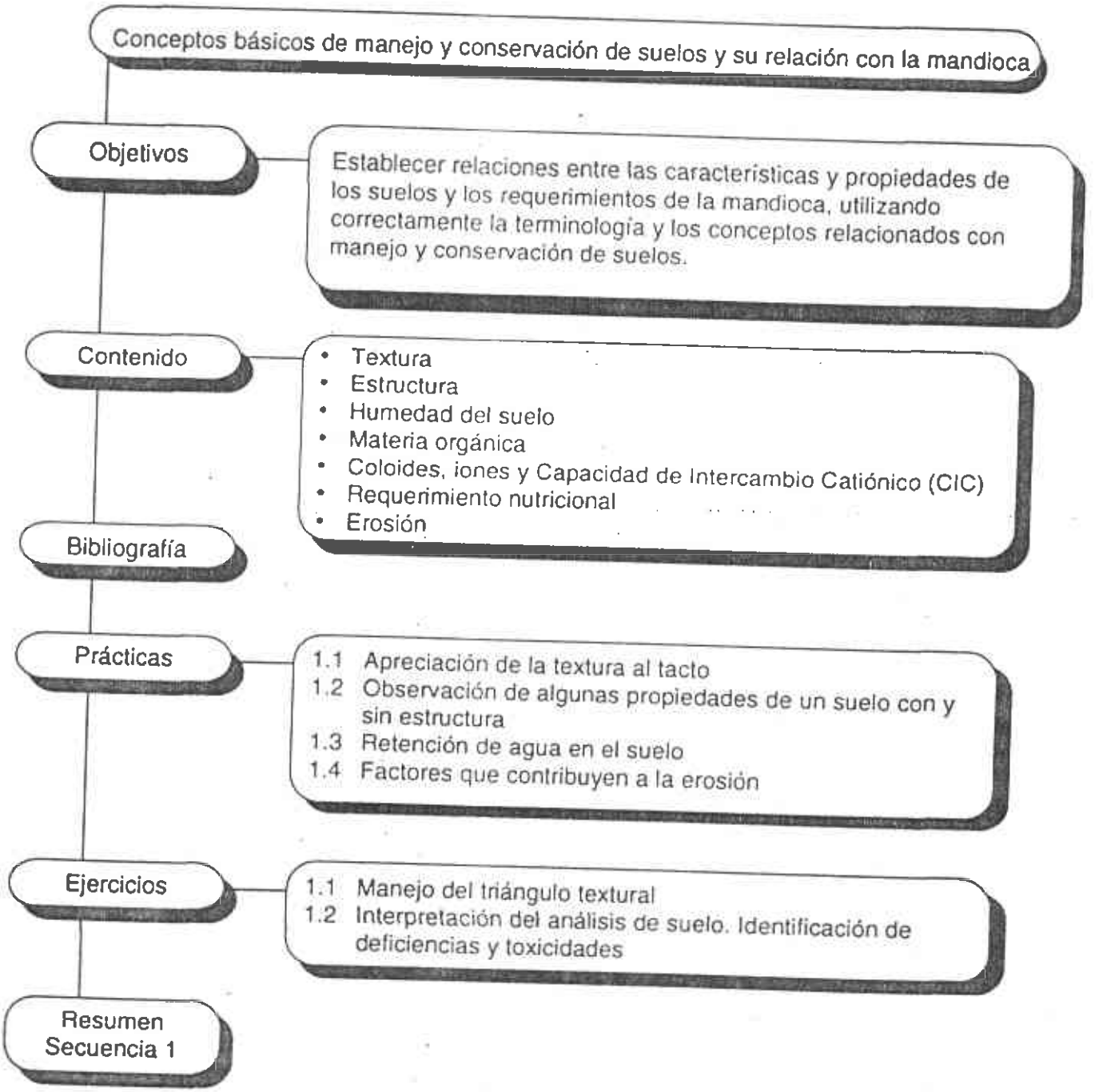
- Objetivo
- Recursos necesarios
- Orientación para el instructor
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Práctica 1.4. Factores que contribuyen a la erosión 1-44

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

Resumen de la Secuencia 1 1-47

Flujograma Secuencia 1



Objetivo

✔ Al finalizar el estudio de la presente Secuencia el participante estará en capacidad de: 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.

Información

Las características del suelo tales como el tamaño, la forma, la naturaleza y el arreglo de las partículas que lo constituyen, son algo intrínseco al suelo. La acción sobre las características del suelo de factores externos como el agua, el aire, las fuerzas de tracción mecánica, propicia la manifestación de las llamadas propiedades del suelo: el drenaje, la porosidad, el color y la densidad.

Textura

Las partículas minerales del suelo cuando están separadas o individualizadas por procesos diversos, presentan diferentes formas y tamaños.

La textura de un suelo se puede definir como la proporción relativa de los diferentes tamaños de partículas primarias que lo componen.

La clasificación del tamaño de las partículas de un suelo, cuando están separadas, se realiza según varias escalas; en nuestro medio la más utilizada es la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (U.S.D.A.) (Ver Cuadro 1.1 y Figura 1.1).

Cuadro 1.1. Escala para el tamaño de las partículas de suelo (U.S.D.A.)

Arena						
muy gruesa	gruesa	media	fina	muy fina	*Limo*	*Arcilla*
2.0 mm	1.0	0.5	0.25	0.10	0.05	<0.002 mm

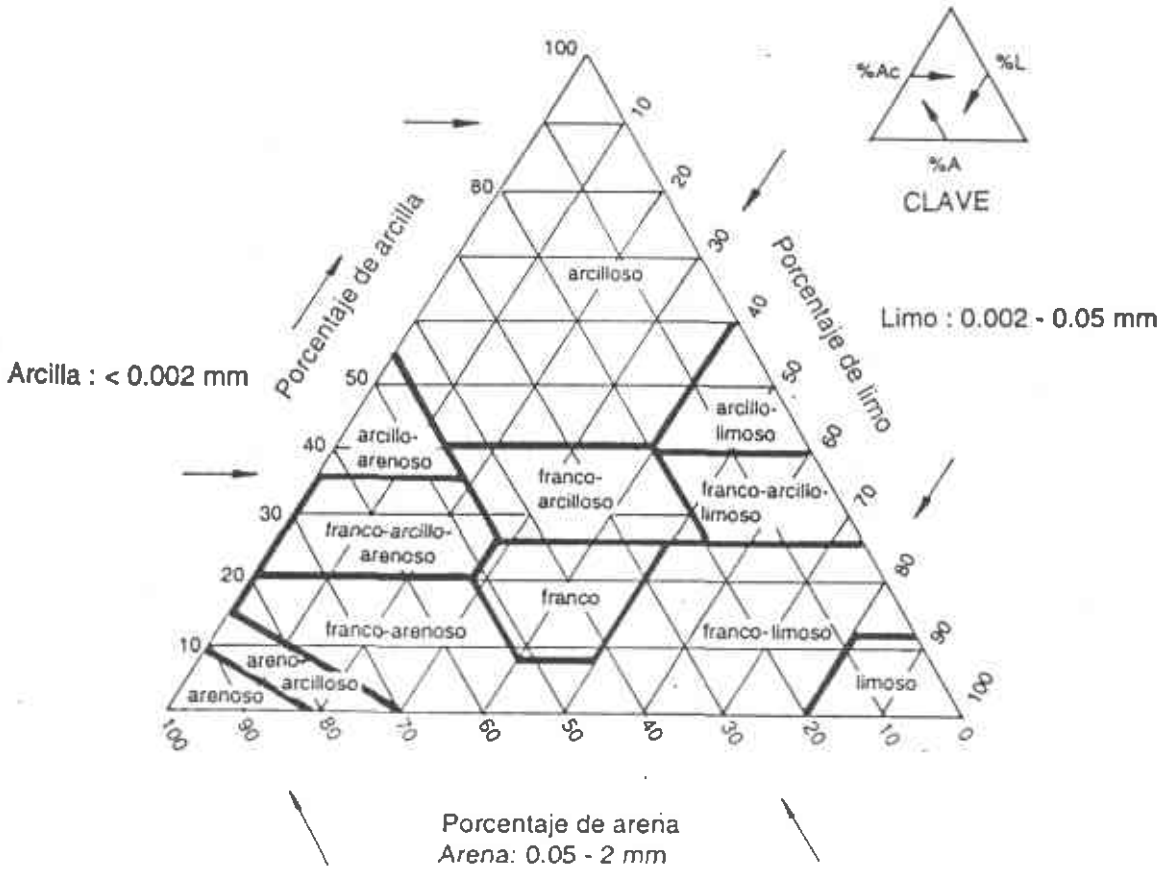


Figura 1.1. Triángulo para la determinación de la textura de un suelo según los porcentajes de arena, limo y arcilla (U.S.D.A.).

Para hacer una comparación objetiva de la enorme disparidad que existe entre los diámetros de las diferentes partículas del suelo, supóngase que una partícula de arcilla, con un diámetro real de 0.002 mm, tenga el tamaño de una cabeza de alfiler, de diámetro igual a 1 mm. Siguiendo esta proporción, las otras partículas estarían representadas por esferas cuyos diámetros y objetos equivalentes indicamos a continuación:

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

Ocurren también diferencias en las formas de las partículas; predomina la forma de esfera en las arenas y los limos, y formas de lámina en las arcillas. Esto da lugar a grandes diferencias en las superficies específicas de estas partículas (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. 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

La importancia de esta propiedad, la superficie específica, está en el hecho de que la gran mayoría de las reacciones del suelo ocurre en la superficie de los minerales; por tanto, cuanto mayor sea la superficie expuesta, mayor será la capacidad de reacción del suelo con otros elementos del medio.

La composición granulométrica de las diversas fracciones que determinan la textura, determina también otras propiedades del suelo, como la infiltración y la circulación del agua, y el tenor de los nutrimentos las cuales influyen en el desarrollo de las plantas.

La mandioca se cultiva en todo el rango textural; las mayores productividades se obtienen en suelos de textura media con buen drenaje, y de fácil preparación para la siembra.

Estructura

Estructura es la forma en que se arreglan los componentes de un todo. En la formación de la estructura de un suelo, el primer arreglo que ocurre es el de las partículas primarias, para formar los llamados agregados o estructuras primarias. Estos son de diversos tipos. Después ocurre un segundo arreglo, entre los agregados, para dar lugar a la llamada estructura secundaria. Existen diferentes estructuras según la forma y el tamaño de los agregados (Figura 1.2), así como diferentes grados de estabilidad de los mismos.

Una propiedad del suelo muy relacionada con la estructura es la porosidad. Los poros dentro de los agregados se denominan microporos. Los poros entre los agregados se denominan macroporos. El agua y el aire ocupan los espacios porosos del suelo.

La estructura es una de las características del suelo que más influye en la penetración de las raíces y en su distribución en el suelo.

Para desarrollar plenamente su sistema de raíces tuberosas, la mandioca requiere suelos con estructura de poca cohesión, de manera que los agregados puedan separarse fácilmente unos de otros sin romperse. De esta forma, los agregados no ofrecen resistencia excesiva sobre las raíces.

DEFINICION DIAGRAMATICA Y UBICACION EN EL SUELO DE VARIOS TIPOS DE ESTRUCTURA DEL SUELO

Tipo de estructura	Descripción de los agregados	Diagrama de los agregados	Horizonte de ubicación más común
Granular	Relativamente sin poros; terrones pequeños y esferoidales; no se unen a otros agregados. Permeabilidad moderada.		Horizonte A
Migajonosa	Relativamente porosa; terrones pequeños y esferoidales; no se unen a otros agregados. Permeabilidad muy rápida.		Horizonte A
En placas	Los agregados tienen forma de placas. Las placas frecuentemente se traslapan disminiyendo la permeabilidad. Permeabilidad muy lenta		Horizonte A2 en suelos forestales y suelos con "claypan"
En bloques	Terrones en forma de bloques limitados por otros agregados, cuyas caras angulares forman el molde del terrón. Frecuentemente los agregados se rompen en terrones pequeños en forma de bloques. Permeabilidad moderadamente rápida		Horizonte B
Subangular en bloques	Terrones como bloques limitados por otros agregados cuyas caras subangulares redondeadas forman el molde del terrón. Permeabilidad moderadamente rápida.		Horizonte B
Prismática	Terrones en forma de columnas sin extremos redondeados. Otros agregados prismáticos forman el molde del terrón. Algunos agregados prismáticos se rompen en terrones más pequeños en forma de bloques. Permeabilidad rápida.		Horizonte B
Columnar	Terrones en forma de columnas con los extremos redondeados, limitados lateralmente por unos agregados columnares, los cuales forman el molde para los terrones. Permeabilidad rápida.		Horizonte B en suelos solonetz

Figura 1.2. Clases de estructura de los suelos (Millar *et al.*, 1971).

Humedad del suelo

La humedad se expresa como una relación entre las partículas sólidas del suelo y el agua existente en él en un determinado momento. Se puede medir como peso (gramos de agua por gramos de suelo) o como volumen (centímetros cúbicos de agua por centímetros cúbicos de suelo). O sea:

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

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

El agua y el aire ocupan todo el espacio poroso del suelo. La interacción entre el agua y los poros de diverso diámetro, determina la capacidad de *retención de agua del suelo*. Los poros pequeños retienen agua por más tiempo y se denominan poros de *almacenamiento* (microporos dentro de los agregados); los poros grandes son denominados poros de *transmisión* (macroporos entre agregados) (Urquiaga, 1988).

El agua disponible para las plantas está en su mayoría dentro de los agregados (microporos), pues el mayor porcentaje del agua localizada en los macroporos drena muy rápidamente. A medida que el agua contenida en los macroporos se infiltra en el suelo, se dificulta su absorción por la planta. Existe un punto de humedad para cada suelo en que ya no es posible la absorción de agua por las raíces.

La mandioca requiere una humedad relativamente alta en el suelo en los primeros 30 días después de la siembra, es decir, durante el "brotamiento". A partir de ese momento es relativamente resistente al déficit hídrico, incluso a niveles de humedad que afectan sensiblemente a otros cultivos. La mandioca no soporta encharcamiento en ningún estado de su desarrollo.

Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Las actividades de fotosíntesis y transpiración que ocurren en las hojas están en estrecha relación con la radiación solar y con el agua disponible en el suelo.

La pérdida de agua hacia la atmósfera a través de la superficie del suelo, sin que participe de las actividades biológicas, es indeseable (Reichardt, 1987). El manejo del sistema suelo-planta-atmósfera debe promover la pérdida de agua del suelo, en el mayor porcentaje posible, a través de la superficie de las plantas por la transpiración para la mejor conversión de materia seca. Las plantas transpiran de 500 a 1000 unidades de agua de la solución del suelo para formar una unidad de materia seca.

Se considera que el agua en estado libre, a 25°C de temperatura, sin sales disueltas, y a nivel del mar tiene un estado de energía igual a cero. Cuando se coloca un capilar, de cualquier diámetro, perpendicular a la superficie del agua, se observa la entrada espontánea del agua en este capilar hasta una altura superior a esa superficie; esta altura es mayor a medida que el diámetro del capilar se hace menor.

En la naturaleza los elementos tienden espontáneamente a un estado de menor energía; por ello, al salir de un estado de energía igual a cero y penetrar espontáneamente en los capilares, el agua queda con una energía por debajo de cero, o sea una energía negativa; para que esta condición sea removida, exige que se ceda energía al sistema. Ahora bien, cuanto menor es el diámetro del capilar, mayor energía será necesaria para realizar la remoción.

El sistema de poros del suelo puede ser considerado como un sistema de capilares de diversos diámetros, con agua retenida bajo tensión en diversos niveles de energía.

Cuando ocurre una lluvia, el suelo se satura de agua; después de la saturación se presenta un drenaje causado por la fuerza de gravedad; luego de este drenaje, cierta cantidad de agua permanece retenida en el suelo, y para que ocurra una nueva remoción, observaciones prácticas han demostrado que es necesaria una tensión de un tercio de atmósfera. De ahí en adelante se tiene que aumentar cada vez más la tensión para que ocurran nuevas remociones de agua.

Las plantas consiguen absorber agua que sea retenida por el suelo hasta con tensiones del orden de 15 atmósferas; a partir de esta fuerza de retención, las plantas no pueden absorber agua y empiezan a marchitarse (Punto de Marchitez Permanente).

La cantidad de agua que permanece en el suelo después de la saturación y cuando ha terminado el drénaje se denomina "Capacidad de Campo" del suelo; aquí, el agua es retenida con una tensión de 1/3 de atmósfera.

El agua del suelo disponible para las plantas es la que está entre la capacidad de campo (1/3 atm.) y el Punto de Marchitez Permanente (15 atm.), como se puede observar en la Figura 1.3.

Materia orgánica

Definición

La materia orgánica del suelo consiste en residuos de plantas y animales (inclusive microorganismos) en la fase de descomposición o humificación.

El humus se define como el conjunto de detritus vegetales y animales que sufrieron un proceso de descomposición biológica por influencia de microorganismos, encontrándose en una forma resistente a nuevos e intensos ataques microbianos.

Composición

La materia orgánica contiene, en promedio, 5% del nitrógeno total en forma de compuestos orgánicos; otros elementos minerales, como el fósforo y el azufre, se encuentran en cantidades variables según el origen de esa materia (Jorge, 1975).

Durante su descomposición, la materia orgánica tiende a liberar nutrimentos, aunque el nitrógeno y el azufre pueden ser temporalmente inmovilizados durante el proceso. Los organismos que descomponen la materia orgánica necesitan de nitrógeno para formar proteínas en sus células. Si en la materia orgánica que se está descomponiendo la relación carbono/nitrógeno es alta (lo que significa poco nitrógeno), estos organismos usarán el nitrógeno inorgánico proveniente del suelo y existirá la posibilidad de que haya una deficiencia de nitrógeno en la planta. Por esto, es importante incorporar al suelo materiales con baja relación carbono/nitrógeno. En las leguminosas, por ejemplo, esta relación es baja.

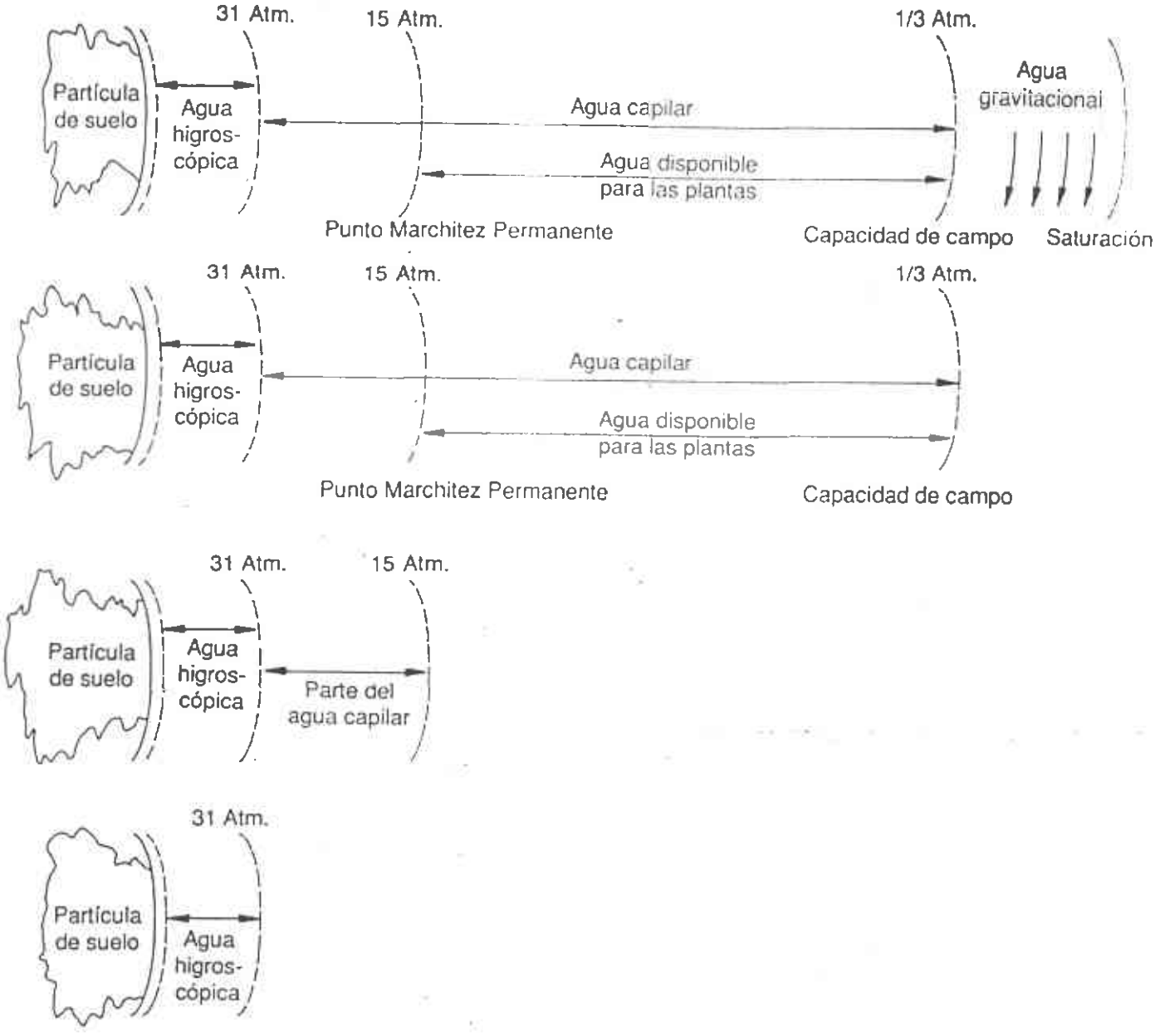


Figura 1.3. Representación esquemática de los estados de energía del agua en el suelo: agua higroscópica, agua capilar y agua gravitacional, con sus respectivas tensiones (Adaptado de Medina, 1975).

Importancia

La materia orgánica es benéfica al suelo en varias formas:

- Es fuente de nutrimentos: en la práctica se puede considerar que la materia orgánica tiene una proporción aproximada de 100:10:1:2 para C:N:S:P.
- Ayuda en la solubilización de los nutrimentos debido a los ácidos orgánicos liberados en el proceso de descomposición.
- Aumenta la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). La capacidad de la materia orgánica para la adsorción de Ca, Mg, K y otros nutrimentos evita el lavado de ellos en los suelos pobres en arcilla.
- Aumenta la capacidad de retención de agua del suelo. El volumen de agua retenido por la materia orgánica puede alcanzar hasta cinco veces el volumen inicial en seco.
- Mejora la estructura, formando agregados; como consecuencia habrá mayor porosidad y friabilidad.
- Aumenta la población microbiana.
- Reduce la toxicidad de algunos productos agroquímicos.

Fuentes

Las fuentes de la materia orgánica son variadas; pueden ser de residuos de animales muertos, plantas en descomposición (residuos de poscosecha), estiércol de ganado bovino y de otros animales domésticos, incorporación y descomposición de la vegetación local, ya sea natural o sembrada (abono verde).

Coloides, iones y Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Durante el proceso de formación de los suelos, a través de la descomposición de las rocas y materiales orgánicos, los minerales y la materia orgánica quedan reducidos a partículas extremadamente pequeñas, hasta un punto tal que ellas no pueden ser observadas a simple vista. Estas partículas de menor tamaño se llaman coloides. Los coloides (arcilla y materia orgánica) son responsables de la actividad química de los suelos. Cada coloide presenta una carga negativa (-) durante el proceso de formación del suelo. Esto significa que puede atraer y retener partículas con carga positiva, del mismo modo que polos diferentes de un imán se atraen. Los coloides repelen otras partículas de carga negativa. Un elemento o compuesto con carga eléctrica es llamado "ion". El potasio, el sodio, el hidrógeno, el calcio y el magnesio tienen cargas positivas y son llamados "cationes".

Los iones con cargas negativas, como el nitrato y el sulfato, son llamados "aniones". Los coloides de cargas negativas atraen los cationes de carga positiva (Figura 1.4).

El Cuadro 1.4 muestra algunos iones que juegan un papel importante en la nutrición de las plantas.

Los cationes retenidos en los coloides pueden ser sustituidos por otros cationes. Esto significa que son intercambiables. El número total de cationes intercambiables que un suelo puede retener (o cantidad total de cargas negativas) es denominado Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Un suelo con alto contenido de arcilla puede retener más cationes intercambiables que un suelo con poca arcilla.

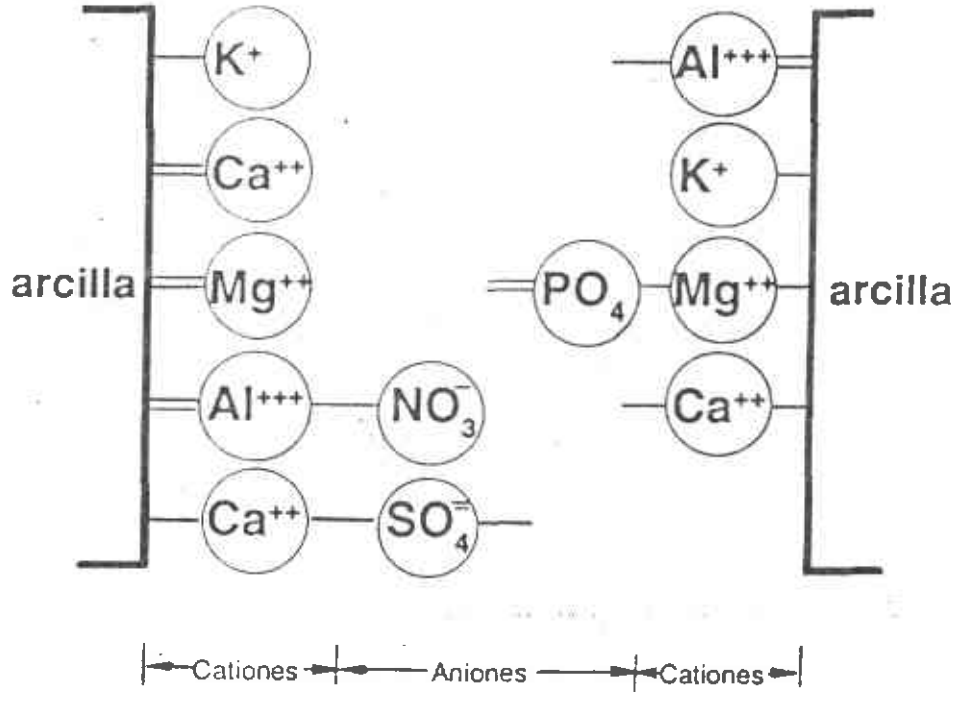


Figura 1.4. Atracción de los cationes (+) por los coloides (-)

Cuadro 1.4. 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}

La CIC también sube con el aumento del contenido de la materia orgánica. Las partículas de arena no presentan cargas positivas o negativas, y por lo tanto no retienen iones.

Requerimiento nutricional

Importancia

El concepto de requerimiento nutricional se refiere a las cantidades aproximadas de nutrimentos, por hectárea, que la mandioca extrae del suelo para producir un rendimiento determinado. Para una cosecha promedio de 25 toneladas de raíces por hectárea, la mandioca requiere aproximadamente las cantidades de nutrimentos indicadas en el Cuadro 1.5.

Cuadro 1.5. 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

Por lo tanto, si se incorpora toda la parte aérea al suelo después de la cosecha, se extraen del campo solamente las cantidades de nutrimentos indicadas en la columna "raíces". De acuerdo con la columna total los tres principales macronutrimentos, para la mandioca, son aproximadamente:

K = 146 kg/ha

N = 123 kg/ha

Ca = 46 kg/ha

Debe recordarse que el concepto de macronutrimento es cuantitativo. Por lo tanto no entra en conflicto con el concepto de "nutrimento esencial", que no es cuantitativo. Desde el punto de vista de lo esencial, K, N, Ca, P, Mg, y los micronutrimentos son igualmente esenciales. El fósforo, por ejemplo, es el nutrimento esencial más limitativo para la producción de mandioca en muchas zonas productoras del Cono Sur. Se ha hecho, por tanto, y continúa haciéndose, una intensa investigación sobre este nutrimento.

Exportación de nutrimentos

Este concepto se refiere a la cantidad de nutrimentos que, en la cosecha, se retiran o se "exportan" del campo. Una cosecha de 25 toneladas de raíces frescas por hectárea "exporta" del campo aproximadamente:

103 kg/ha de K

58 kg/ha de N

15 kg/ha de Ca

13 kg/ha de P

8 kg/ha de Mg

Las cantidades anteriores equivalen a las que habría necesidad de devolver al suelo para mantener el nivel de nutrimentos de éste, si se remueven solamente las raíces del campo, práctica que es la más usual.

Desórdenes nutricionales

La carencia de uno o varios nutrimentos, el exceso de elementos como el aluminio o el sodio, o el exceso de sustancias como las sales, dan lugar a los llamados "desórdenes nutricionales".

En el caso de las deficiencias, éstas pueden ser:

- Deficiencias simples, si se trata de la falta de un sólo nutrimento.
- Deficiencias dobles, si se trata de la falta de dos nutrimentos.
- Deficiencias múltiples, si se trata de la falta de más de dos nutrimentos.

También puede presentarse el complejo de "exceso de uno o más elementos y deficiencias de algunos nutrimentos". El exceso de aluminio, unido a las deficiencias de fósforo, nitrógeno y magnesio, es un desorden nutricional complejo que se presenta en algunas zonas productoras de mandioca en Brasil.

Los Anexos 1, 2 y 3 son claves que ayudan en la caracterización de los desórdenes nutricionales para el caso de la mandioca. Estos anexos incluyen también algunos tipos de suelos donde hay probabilidad de una deficiencia. Esta unidad también contiene diapositivas sobre algunos desórdenes nutricionales. Para mayor información se recomienda la revisión de la guía de estudio "Desórdenes nutricionales de la planta de yuca" (Howeler, R., CIAT, 1981).

Análisis del suelo

El análisis del suelo constituye el mejor recurso para diagnosticar el nivel de nutrimentos de un suelo. El punto de partida de un buen análisis es tomar una "muestra representativa del suelo o lote en donde se va a sembrar el cultivo".

En condiciones de uniformidad aparente del suelo, que se deduce del paisaje, del manejo, del aspecto de la vegetación, y del color del suelo, debe tomarse una muestra de suelo por cada lote de 10 ha. En un lote de 15 ha habría necesidad de tomar 2 muestras. Cada muestra, a su vez, debe estar compuesta por 10 a 15 submuestras.

En terrenos no uniformes se requiere hacer el muestreo en lotes más pequeños, muestreando por separado áreas uniformes según las condiciones de relieve, paisaje, color del suelo, manejo, etc.

La correcta interpretación del análisis del suelo permite precisar si hay cantidades bajas, medias, altas o tóxicas de un nutrimento esencial, o cantidades altas de elementos como el aluminio, el sodio, o sustancias como las sales. Para interpretar un análisis se necesita aclarar el concepto de "nivel crítico". Hay dos clases de este nivel: un nivel crítico para las deficiencias y un nivel crítico para las toxicidades.

El nivel crítico para una deficiencia es la cantidad de un nutrimento en el suelo por debajo de la cual se reduce en forma significativa la producción del cultivo. El nivel crítico para las toxicidades es la cantidad de un elemento en el suelo por encima de la cual se reduce en forma significativa la producción del cultivo. El Cuadro 1.6 presenta los niveles críticos más aplicables a los suelos donde se cultiva la mandioca en el Cono Sur. En este cuadro no se presenta el nivel crítico para la materia orgánica, pero se considera que en suelos con cantidades inferiores al 1%, la materia orgánica es baja.

Erosión

Definición

Se entiende por erosión del suelo todas las manifestaciones de desgaste del suelo que alteran el equilibrio del paisaje por encima de un límite naturalmente admisible. Algunas de estas manifestaciones son iniciadas por el hombre, quien facilita así la acción del agua, del viento y de la fuerza de la gravedad. La erosión hídrica es causada por el escurrimiento superficial del agua que no se infiltró en el suelo. Por ello toda medida de control de la erosión debe impedir el inicio de la misma, a través del aumento efectivo de la infiltración del agua, manteniéndose así el suelo en su lugar de origen.

Cuadro 1.6. 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	

* En pH menores que 4.0 existe alta toxicidad de Al y Mn. En pH mayores que 7.8 hay deficiencias de zinc y de otros micronutrimentos.

** La saturación de Al en porcentaje (Howeler, 1981) es:

$$\% \text{ sat. Al} = \frac{Al}{Al + Ca + Mg + K} \times 100$$

Factores físicos

Cuando se realiza la preparación del suelo incorporando los restos vegetales, el suelo desnudo queda expuesto a la acción de los impactos de las gotas de lluvia. La energía del impacto fragmenta los agregados del suelo en partículas diminutas, y sellan rápidamente los macroporos no permitiendo el drenaje del agua, poco tiempo después de iniciada una lluvia. Entonces el agua se desplaza por gravedad hacia los lugares más bajos, transportando el suelo y causando daños de diferente magnitud.

Los factores que influyen en la erosión se resumen en una ecuación que permite evaluar la pérdida media anual de suelo en toneladas por hectárea (Bertoni *et al.*, 1975). Esta es la llamada Ecuación Universal de la Erosión, también llamada Ecuación Universal de Pérdida del Suelo por Erosión:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

donde:

A= Cantidad de suelo erosionado.

R= Erosividad de la lluvia, donde se considera la cantidad de precipitación y la energía cinética de las gotas (tamaño de las gotas e intensidad de lluvia).

K= Erodabilidad del suelo, factor que refleja las propiedades físicas. Cuanto más fácil sea la división de los agregados del suelo y la separación de las partículas, y menor sea la permeabilidad, mayor es el factor de erodabilidad.

LS= Pendiente o declividad, que es determinada por la inclinación (S) y la longitud (L) del terreno. Cuanto más inclinada y más larga la pendiente, mayor es la cantidad y la velocidad del agua que se escurre. El cultivo de la mandioca, en lo posible, no debe sembrarse en suelos con pendientes mayores que 12%.

C= Factor del cultivo y su manejo, especialmente la preparación y cobertura del suelo. Cuanto menos cubierto está el suelo por plantas verdes o restos vegetales, menor es la protección contra la lluvia y mayor es el factor "C". La vegetación amortigua la fuerza de las gotas de lluvia evitando la destrucción de los agregados y el sellado de los poros.

P= Factor de prácticas conservacionistas referentes al control de la erosión, como terrazas, cultivos sembrados en curvas de nivel, preparación del suelo en franjas, cultivos en franjas, barreras vivas, camellones o acequias en curvas de nivel, y otras.

En el Cuadro 1.7 se pueden observar las pérdidas de suelo por la erosión relacionada con la cobertura vegetal de algunos cultivos, así como el alto grado de erosión causado por la mandioca.

Cuadro 1.7. 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

La mandioca tiende a incrementar la erosión especialmente en el período anterior y posterior a la siembra, y también después de la cosecha, cuando el suelo queda descubierto. Además, la mandioca es, con frecuencia, el cultivo que mejor consigue desarrollarse a niveles económicamente satisfactorios en suelos erosionados, lo que acelera aún más el uso de estos suelos, intensificando los procesos erosivos.

Formas de erosión hídrica

La erosión causada por el agua puede tener las siguientes formas: laminar, en surcos y en cárcavas, según el estado progresivo de concentración de caudales en la superficie del suelo.

Como se mencionó antes, el impacto de la lluvia, denominado también salpicamiento, hace que las gotas golpeen la superficie del suelo rompiendo los agregados y los terrones, lo que disminuye la capacidad de infiltración del agua. Las gotas forman pequeños cráteres, compactando el área bajo la gota y esparciendo las partículas del suelo.

Erosión laminar

Consiste en el lavado de la superficie del suelo.

Erosión en surcos

Es el resultado de una concentración de agua que escurre en pequeños surcos en los campos cultivados.

Erosión en cárcavas

Se presenta cuando los surcos están bastante erosionados en profundidad y en anchura.

Otras formas de erosión son: deslizamientos de masas de lodo, erosión en pedestal, y erosión en túnel.

Bibliografía

AINA, P.O.; LAL, R. and TAYLOR, G.S. 1977. Soil and crop management in relation to soil erosion in the rainforest of western Nigeria. En: Soil erosion prediction and control. Soil Conservation Society of America. Special Publication No. 21. pp. 75-84.

BERTONI, J.; F. LOMBARDI NETO, Y R. BENATTI Jr. 1975. Equacão de perdas de solo. Instituto Agronômico de Campinas, Divisão de Solos. Boletin Tecnico No. 21. 25 p.

FOTH, H.D. 1984. Fundamentals of soil sciencie. 7th ed. New York: Wiley. 435 p.

HOWELER, R.H. 1980. Praticas culturais relacionadas ao solo na cultura da mandioca. En: Seminario de praticas culturais da mandioca, Anais. Salvador, Bahía, Brasil. pp. 95-112.

HOWELER, R.H. 1981. Nutrición mineral y fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 55 p.

HOWELER, R. H. 1985. Para contrarrestar la erosión en los cultivos de yuca en laderas. Yuca, Boletín Informativo. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 9 (1): 6-8.

JORGE, J.A. 1975. Materia orgánica. En: Elementos de pedología. Antonio C. Moniz. (comp.). Rio de Janeiro, Livros Tecnicos e Cientfficos. 460 p.

KIEHL, E.J. 1979. Manual de edafología. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo. pp. 112-144

MARGOLIS, E. ; CAMPOS FILHO, O.R. 1981. Determinação dos fatores da equação universal de pêrdas de solo num Podzolico Vermelho Amarelo de Glória do Goitá. En: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 3. Anais, Recife, UFRPE. pp. 239-250.

MARQUES, J.Q. ; BERTONI, A. ; BARRETO, J.G.B. 1961. Pêrdas por erosão no Estado de São Paulo. Bragantía (Campinas). 20 (47): 1143-1182.

MEDINA, H. P. 1975. Agua no solo. En: Elementos de pedología. Antonio C. Moniz. (comp.). Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. pp. 45-57.

MILLAR, C.E.; L.M. TURK Y H.D. FOTH, 1971. Fundamentos de la ciencia del suelo, C.E.C.S.A. México. p. 41-77.

REICHARDT, K. 1987. Agua en sistemas agrícolas. Editora Manole, São Paulo, 188 p.

URQUIAGA, S. 1988. A textura do solo. Escuela Latinoamericana de Física del Suelo. UAPDIA - EMBRAPA. São Paulo - SP. Brasil 24 p.

URQUIAGA, S. 1988. A estructura do solo. Escuela Latinoamericana de Física de Suelo. UAPDIA EMBRAPA, São Paulo. Brasil 26 p.

Práctica 1.1 Apreciación de la textura al tacto

Objetivos

- ✔ Adquirir habilidad en la determinación de la textura al tacto, en muestras de suelo cuya textura se ha determinado previamente en el laboratorio, resultado que es conocido por los participantes.
- ✔ Determinar la textura por medio del tacto en cuatro muestras de suelo; esas texturas, ya determinadas en el laboratorio, sólo son conocidas por el instructor.

Recursos necesarios

Por cada grupo se requiere:

- ❑ Tres muestras de suelo cuya textura (granulometría) se ha determinado previamente. Estas muestras están etiquetadas con las respectivas texturas.
- ❑ Cuatro muestras de suelo cuyas texturas han sido determinadas previamente y sólo son conocidas por el instructor. Estas muestras están etiquetadas con un código.
- ❑ Tres recipientes con agua.

Orientación para el instructor

- Se formarán grupos, cada uno de cinco participantes.
- Se presentan las tres muestras de suelo a cada grupo, en bolsas de polietileno, previamente identificadas y etiquetadas con la textura ya determinada en el laboratorio.
- Se distribuyen estas muestras entre los grupos para que practiquen en la apreciación de la textura al tacto.
- Posteriormente el instructor distribuirá a los grupos las cuatro muestras cuya textura ha sido previamente determinada en el laboratorio y sólo es conocida por él.
- Los participantes practicarán y tratarán de identificar al tacto la textura de estas muestras, y anotarán sus resultados en el cuadro que se presenta en la hoja de trabajo.

Práctica 1.1 — Hoja de trabajo 1

Instrucciones para el participante

- Cada grupo recibe tres (3) muestras de suelo con sus texturas ya identificadas con el objeto de practicar la determinación de la textura al tacto.
- Al finalizar la práctica, se distribuirán entre los grupos cuatro (4) muestras de suelo, para ser identificadas al tacto. Los resultados deberán ser consignados en el cuadro que se presenta a continuación:

Muestra	Textura hallada	Textura real
A		
B		
C		
D		

Tiempo necesario: 20 minutos

- Confrontar los resultados obtenidos en la práctica con los entregados por el instructor en la información de retorno.

Práctica 1.1 - Información de retorno

El instructor presenta la información de retorno correspondiente en el papelógrafo, dejando todas las muestras a disposición de los participantes para que hagan prácticas de refuerzo; al mismo tiempo, les informa sobre las texturas previamente determinadas en el laboratorio.

A continuación se presenta una información de retorno hipotética sobre la práctica:

Muestra	Textura
A	Franco-arcilloso
B	Franco
C	Arcillo-arenoso
D	Arenoso

Ejercicio 1.1 Manejo del triángulo textural

Objetivo

Al finalizar este ejercicio, el participante estará en capacidad de:

✔ Identificar la clase de textura mediante el uso del triángulo textural del U.S.D.A.

Recursos necesarios

- ☐ Información sobre tres casos de análisis granulométrico
- ☐ Triángulo textural (USDA) (Página 1-10)
- ☐ Papelógrafo

Orientación para el instructor

- El instructor presenta el siguiente problema a los participantes.

  Teniendo los datos de tres casos de análisis granulométrico, identificar la clase textural mediante el triángulo para determinación de texturas del U.S.D.A.; el triángulo se entrega a los participantes.

- El participante resolverá los tres casos en forma individual y presentará los resultados en el cuadro adjunto.
- Entregar la información de retorno.

Ejercicio 1.1 — Hoja de trabajo 1

Instrucciones para el participante

- Conociendo los datos de tres casos de análisis granulométrico, identificar la clase textural mediante el triángulo para determinación de texturas del U.S.D.A.

Componente	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Arena (%)	70	36	26
Limo (%)	16	40	43
Arcilla (%)	14	24	31

- Resuelva los tres casos en forma individual y consigne los resultados que obtenga en el cuadro adjunto.

	Textura hallada	Textura real
Caso 1		
Caso 2		
Caso 3		

Tiempo necesario: 5 minutos

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

Ejercicio 1.1 - Información de retorno

El instructor presenta la información de retorno en el papelógrafo.

Caso 1: Franco-arenoso

Caso 2: Franco-arcillo-arenoso

Caso 3: Arcilloso

Práctica 1.2 Observación de algunas propiedades de un suelo con y sin estructura

Objetivo

✔ Demostrar las consecuencias de la pérdida de la estructura de un suelo, tales como disminución del volumen y aumento de la densidad del suelo.

Recursos necesarios

- ☐ Muestra de agregados de suelo de 500 g
- ☐ Hoja de trabajo
- ☐ 1 recipiente graduado para volumen
- ☐ 1 mortero
- ☐ 1 balanza (opcional)

Orientación para el instructor

Los participantes deben seguir los siguientes pasos para desarrollar la práctica:

- Recolectar agregados que atraviesen un tamiz de 8 mm y sean retenidos en uno de 4 mm. Colocarlos en un recipiente hasta alcanzar un volumen de 500 cc, y pesarlos.
- Macerar los 500 cc de agregados en un mortero o recipiente similar.
- Colocar en el recipiente original el material macerado.
- Observar y medir el nuevo volumen ocupado por el suelo.
- Discutir con los participantes la variación de volumen y sus consecuencias. De esta manera se da la información de retorno.
- Calcular la densidad aparente inicial y final de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{\text{Peso (g)}}{\text{Volumen (cc)}}$$

Práctica 1.2 — Hoja de trabajo 1

Instrucciones para el participante

1. Recolectar agregados que atraviesen un tamiz de 8 mm y sean retenidos en otro de 4 mm.
2. Colocarlos en un recipiente hasta alcanzar un volumen de 500 cc, y pesarlos.
3. Macerar los agregados en un mortero.
4. Colocar en el recipiente original el material macerado.
5. Observar y medir el nuevo volumen ocupado por ese suelo.
6. Explicar por qué se presenta la variación de volumen, y sus consecuencias: _____

   _____

   _____

   _____
7. Calcular la densidad inicial y la densidad final de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{\text{Peso (g)}}{\text{Volumen (cc)}}$$

Práctica 1.2 - Información de retorno

- Se presenta una disminución de volumen debido a que al macerar los agregados hay menos espacio libre entre las nuevas partículas resultantes.

  Como el volumen disminuye la densidad aparente final será mayor.

Práctica 1.3 Retención de agua en el suelo

Objetivo

✔ Observar y medir en tres diferentes clases texturales de suelo, la capacidad de retención de agua.

Recursos necesarios

- ❑ Tres cilindros de vidrio con una perforación en el fondo, que contengan volúmenes iguales de un suelo arenoso, de un suelo arcilloso y de un suelo de textura intermedia.
- ❑ Un soporte para los tres recipientes.
- ❑ Tres recipientes de 100 cc. cada uno.
- ❑ Tres jarras de 1 litro, graduadas.

Orientación para el instructor

Los participantes deben desarrollar los siguientes pasos durante la práctica.

- Agregar en cada recipiente una misma cantidad de agua.
- Observar en cuál recipiente ocurre primero el drenaje. Este orden indicará la velocidad de infiltración.
- Después de 10 minutos, medir la cantidad de agua recogida en los recipientes de 100 cc colocados debajo de cada muestra de suelo y observar el color del agua.
- Calcular la cantidad de agua retenida por cada suelo por medio de la siguiente fórmula:

  VR = Vi - Vr

  VR = Volumen de agua retenido por cada suelo

  Vr = Volumen recogido en el recipiente inferior

  Vi = Volumen de agua agregado al suelo.
- Escribir los resultados en el cuadro que aparece en la hoja de trabajo.
- El instructor suministra la información de retorno.

Práctica 1.3 — Hoja de trabajo1

Instrucciones para el participante

- Agregar a cada recipiente una misma cantidad de agua.
- Observar el orden en que ocurre en ellos el drenaje. Este orden indicará la velocidad de infiltración.
- Después de 10 minutos, medir la cantidad de agua recogida en los recipientes de 100 cc colocados debajo de cada suelo y observar la coloración.
- Calcular la cantidad de agua retenida por cada suelo por medio de la siguiente fórmula:

  VR = Vi - Vr

  VR = Volumen de agua retenido por cada suelo

  Vr = Volumen recogido en el recipiente inferior

  Vi = Volumen de agua agregado al suelo.

- Escribir los resultados obtenidos en el cuadro adjunto.

Suelo	Volumen retenido (VR)
Arcilloso	...cc
Arenoso	...cc
Intermedio	...cc

Tiempo necesario: 30 minutos

Práctica 1.3 - Información de retorno

El instructor ordenará en el papelógrafo los suelos estudiados en cuanto a su capacidad de retención de agua, y hará las explicaciones necesarias sobre la mayor o menor capacidad de retención de agua de los suelos.

Suelo	Volumen retenido (VR)
Arcilloso	...cc
Arenoso	...cc
Intermedio	...cc

Ejercicio 1.2 Interpretación del análisis de suelo. Identificación de deficiencias y toxicidades

Objetivo

✔ Interpretar un análisis químico de suelo utilizando los niveles críticos para deficiencias de nutrimentos y para toxicidades de elementos y sales.

Recursos necesarios

- ❑ Tabla de niveles críticos para la interpretación de un análisis químico de suelos
- ❑ Un caso con los resultados de un análisis químico de suelos
- ❑ Hoja de trabajo

Orientación para el instructor

- Utilizando la tabla de niveles críticos, cada participante hará la interpretación del análisis que aparece en la hoja de trabajo, indicando si hay o no deficiencias o toxicidades.
- Suministrar la información de retorno.

Ejercicio 1.2 — Hoja de trabajo 1

Instrucciones para el participante

- Utilizando la tabla de niveles críticos, cada participante hará la interpretación del análisis que aparece en el cuadro de la hoja de trabajo, indicando si hay o no deficiencias o toxicidades.

	pH 4.5	meq/100 g Al 1.3	Ca 1.8	Mg 1.2	K 0.5	ppm P 1	%MO 0.8
Interpretación del participante							
Interpretación real							

- Al finalizar, confrontar los resultados con la información de retorno presentada por el instructor.

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		25%
Zn	1.0 ppm	
Mn	5.0 ppm	

* En pH menores que 4.0 existe alta toxicidad de Al y Mn. En pH mayor que 7.8 existen deficiencias de zinc y de otros micronutrimentos.

** La saturación de Al en porcentaje (Howeler, 1981) es: % sat. Al $= \frac{Al}{Al + Ca + Mg + K} \times 100$

Ejercicio 1.2 - Información de retorno

pH4.5	Ligeramente ácido (intervalo óptimo 5.5 - 6.5)
Al	1.3 meq/100 g
(27.08% Sat. Al)	No presenta toxicidad
Ca 1.8 meq 100 g	No presenta deficiencia
K0.05 meq 100 g	Presenta deficiencia
P 1 ppm	Presenta deficiencia
M.O.0.8%	Nivel bajo

Práctica 1.4 Factores que contribuyen a la erosión

Objetivo

✔ Evaluar el efecto de la pendiente sobre la erosión.

Recursos necesarios

- ❑ Suelos de la región
- ❑ Una caja especialmente diseñada para obtener, al menos, dos *diferentes grados de pendiente (Anexo 5)*
- ❑ Regadera de flor fina
- ❑ Tres recipientes colectores de agua
- ❑ Un balde
- ❑ Una jarra graduada
- ❑ *Una cinta métrica*
- ❑ Papelógrafo

Orientación para el instructor

- El instructor explicará el diseño de la caja y la forma en que se pueden lograr diferentes grados de pendiente.
- Los participantes discutirán sobre la forma en que se puede medir el grado de pendiente en la caja. El instructor presentará la forma correcta de hacerlo.
- El instructor explicará los diferentes tratamientos relacionados con la pendiente. Fijará una determinada pendiente en la caja. Se discutirá la conveniencia de elegir como variable dependiente: a) volumen de agua recogida, b) velocidad de escurrimiento superficial, c) volumen de suelo recogido.
- Se aplicará un volumen fijo de agua. Pasados 10 minutos se medirá el volumen de agua recogido.
- Se repetirá todo el proceso cambiando el grado de pendiente de la caja. Se requiere también cambiar el suelo.
- Se comparan los resultados. Se desarrolla la discusión y se escriben las principales conclusiones.

Práctica 1.4 — Hoja de trabajo 1

Instrucciones para el participante

- Formar grupos y nombrar un relator.
- Discutir en grupos sobre la forma en que se puede medir el grado de pendiente en la caja.
- Cada relator presentará lo concluido por su grupo, y estos resultados se confrontarán con los del instructor.
- El instructor explicará los diferentes tratamientos relacionados con la pendiente y fijará una determinada pendiente en la caja.

Se discutirá la conveniencia de seleccionar como variable dependiente:

a. Volumen de agua recogido _____

_____

_____

_____

b. Velocidad de escurrimiento superficial _____

_____

_____

_____

c. Volumen de suelo recogido _____

_____

_____

_____

- Aplicar un volumen fijo de agua. Pasados 10 minutos se medirá el volumen de agua recogido
- Repetir todo el proceso cambiando el grado de pendiente de la caja.
- Cada relator resume las conclusiones de su grupo y éstas se confrontan con la información de retorno suministrada por el instructor.

Práctica 1.4 - Información de retorno

Conveniencia de seleccionar:

a. La medición del volumen de agua recogida es la forma más rápida de evaluar el efecto que tiene el grado de pendiente sobre la erosión.

b. La medición de la velocidad de escurrimiento superficial, aunque también es fácil, implica medición del tiempo.

c. El volumen de suelo recogido también puede medirse con el volumen de agua recogido.

Resumen de la Secuencia 1

Se discuten los conceptos de textura, estructura, humedad del suelo, Capacidad de Intercambio Catiónico, materia orgánica, requerimiento nutricional y erosión, en función del cultivo de la mandioca.

En general, la mandioca se cultiva en todo el rango textural. Las mayores productividades se han obtenido en suelos de textura media y con buen drenaje; requiere además este cultivo suelos con estructura de poca cohesión. La mandioca es exigente en humedad en los primeros 30 días después de la siembra, es decir, durante el brotamiento. No soporta encharcamiento en ningún estado de su desarrollo. La presencia de materia orgánica es conveniente como fuente de nutrimentos. Además aumenta la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo, y mejora su estructura.

Los principales macronutrimentos para la mandioca son, en ese orden, el potasio, el nitrógeno y el calcio. La correcta interpretación del análisis químico y físico del suelo conduce a decisiones acertadas en el manejo de la fertilización del cultivo.

Debido a los espaciamientos y a la poca cobertura de la superficie del suelo, no se recomienda cultivar mandioca en pendientes mayores del 12% por las grandes pérdidas de suelo causadas por la erosión.

30 p