



JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA



COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA

MANUAL SILVO AGROPECUARIO

TOMO IV

**PRODUCCION Y USO DE
SUELOS Y AGUA (1)**

MANUAL SILVO AGROPECUARIO

DEL

**SERVICIO SILVO AGROPECUARIO (SESA)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA(UNC)**

TOMO 4

PRODUCCION Y USO DE SUELOS Y AGUA (1)

BLOQUE B : PRODUCCION Y USO DE SUELOS Y AGUA

FASCICULO B-1: INFORMACION Y TECNOLOGIAS BASICAS PARA EL USO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

(José Zireno, Edévaly de la Peña S., Jorge Yáñez B., Marco Alva Z.)

FASCICULO B-2: CULTIVOS ANDINOS (Pablo Sánchez Z., Jorge Yáñez B., Marco Alva Z. Sixto Orrillo G.)

FASCICULO B-3: INSTALACION DE PASTURAS EN ZONAS ALTO ANDINAS

(José Armas, Jorge Yáñez B. Marco Alva Z.)

JUNAC (JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA)

BLOQUE D: PRODUCCIÓN Y USO DE SUELO Y AGUA

COMPOSICIÓN

Luego de los tres primeros bloques dedicados a introducir el Modelo: Sílvo Agropecuario del SESA con conocimientos sobre ecodesarrollo y la zona de trabajo del SESA y con procedimientos para hacer diagnósticos y para elaborar planes, programas y proyectos, este **bloque: D** comienza la presentación de propuestas concretas de acciones de promoción.

Este bloque está dedicado a los usos productivos de suelos y aguas andinos, es decir que gira alrededor de las actividades agrícolas, silvícolas y ganaderas. Por ello es el más grande de todo el Manual, tanto en número de temas (18 fascículos) como en volumen (4 tomos).

Los 4 tomos son los siguientes:

Tomo 4, con los fascículos D-1 a D-3, relativos a conocimientos generales sobre suelos y agua y a procedimientos y técnicas para dos actividades tradicionales de los Andes: los cultivos andinos y los pastos para ganadería.

Tomo 5, con los fascículos D-4 a D-9 que se ocupan de producciones vegetales como las forestales, las hortícolas, las frutícolas, junto con las plantas ornamentales y la organización de bancos de semillas.

Tomo 6, con los fascículos D-10 a D-12, que tratan de crianzas de animales (cuyes, peces y abejas).

Tomo 7, con los fascículos D-13 a D-18, que abarcan desde aspectos generales del ecodesarrollo (estudio de sistemas agropecuarios, aprovechamiento integral de aguas, bioagricultura) hasta técnicas específicas para la bioagricultura (hongos micorríticos, bacterias nitrificantes y cultivo de tejidos vegetales).

Los 18 fascículos del bloque D son:

- D - 1: Información y tecnologías básicas para el uso y conservación de los suelos.
- D – 2: Cultivos andinos.
- D – 3: Instalación de pasturas en zonas alto-andinas.
- D – 4: Producción de plantones forestales en viveros.
- D – 5: Establecimiento de plantaciones forestales.
- D – 6: Instalación y manejo de huertos hortícolas.
- D – 7: Organización y funcionamiento de un banco de semillas.
- D – 8: Instalación y manejo de huertos hortícolas.
- D – 9: Plantas ornamentales, su cultivo y producción.
- D -10: Granjas de animales menores: cuyes.
- D -11: Crianza de peces en zonas rurales de Cajamarca.
- D -12: Crianza de abejas - producción de miel y cera.

Bloque D

- D -13: Producción y uso de hongos micorrízicos.
- D -14: Producción e inoculación de bacterias nitrificantes.
- D -15: Cultivo de tejidos vegetales.
- D -16: Agricultura biológica - bioagricultura.
- D -17: Aprovechamiento integral de aguas.
- D -18: Metodología para estudiar sistemas agropecuarios y su relación con el uso del suelo.

CONTENIDOS

Para facilitar al usuario la comprensión de este **Bloque D**, podemos proponer dos tipos de clasificación: Por áreas de contenidos y Por tipos de contenidos.

1. Las áreas de contenidos: se trata aquí fundamentalmente de distribuir los 18 fascículos del bloque de acuerdo a la característica principal del tema que tocan. Tendríamos así cinco áreas:

Elementos Generales del Modelo Silvo Agropecuario propuesto por el SESA, es decir fascículos que, por tocar aspectos fundamentales del ecodesarrollo y/o del Modelo SESA, son básicos dentro del Manual y requieren ser conocidos y estudiados antes de pasar a fascículos sobre actividades específicas.

Los fascículos que entran en esta categoría son:

- D-1 ("Información y tecnologías básicas para el uso y conservación de suelos"), por los conocimientos generales que brinda sobre suelos y su cuidado.
- D-17 ("Aprovechamiento integral de aguas"), por sus planteamientos sobre el manejo del agua,
- D-16 ("Agricultura biológica - bioagricultura"), porque define las orientaciones propuestas en agricultura.
- D-18("Metodologías para estudiar sistemas agropecuarios y su relación con el uso del suelo"), por sus consideraciones sobre los sistemas andinos y sus pautas para conocerlos.
- D-7 ("Organización y funcionamiento de un banco de semillas"), por cuanto toca un aspecto clave del ecodesarrollo: la relación entre entidad promotora y población.

Principales actividades agropecuarias andinas, es decir los fascículos relacionados con las actividades que son actualmente el pilar de la economía andina: agricultura tradicional y ganadería. En ambos casos, se trata de propuestas de mejoramiento de estas actividades.

Los dos fascículos de esta área son:

- D-2 ("Cultivos Andinos") donde se plantean el rescate y mejoramiento de variedades nativas.

Bloque D

D-3 ("Instalación de pasturas en zonas alto-andinas") donde, para mejorar la ganadería y proteger las cuencas, se proponen pastos cultivados.

Nuevas producciones vegetales: no se trata necesariamente de cultivos totalmente nuevos, pero de actividades que el SESA propone desarrollar, promoviendo su papel dentro de los sistemas silvo agropecuarios.

Los cinco fascículos que componen esta área corresponden al tomo 5:

- D-4 ("Producción de plántones forestales en vivero"), que inicia el tema de las plantaciones forestales.
- D-5 ("Establecimiento de plantaciones forestales"), que completa el anterior.
- D-8 ("Instalación y manejo de huertos frutícolas"), que busca incentivar la producción de frutas.
- D-6 ("Instalación y manejo de huertos hortícolas"), que fomenta el cultivo y consumo de hortalizas.
- D-9 ("Plantas ornamentales, su cultivo y producción"), que plantea la posibilidad complementaria de las plantas ornamentales.

Crianzas complementarias de animales: el Manual no se ocupa directamente de la ganadería mayor (bovinos, ovinos y otros), pero como complemento de ésta y sin pretender sustituirla en su rol dentro de la economía familiar andina, plantea el mejoramiento o introducción de varias actividades relacionadas con animales, precisando tres de ellas. Los tres fascículos conforman el tomo 6:

- D-10 ("Granjas de animales menores: cuyes"), donde se propone la tecnificación de la crianza de cuyes, común en las cocinas andinas.
- D-11 ("Crianza de peces en zonas rurales de Cajamarca"), que recoge las experiencias de piscicultura en Cajamarca y busca las alternativas posibles en este campo.
- D-12 ("Crianza de abejas - producción de miel y cera"), que trata de incentivar la apicultura.

Actividades de laboratorio. En apoyo a la promoción agrícola realizada dentro del enfoque de ecodesarrollo y bioagricultura; se trata de tres actividades destinadas a mejorar la fertilidad del suelo y la calidad de las semillas.

Los tres fascículos están incluidos en el tomo 7:

- D-13 ("Producción y uso de hongos micorrízicos"), que busca facilitar el aprovechamiento de los nutrientes del suelo por las raíces de los árboles.
- D-14 ("Producción e inoculación de bacterias nitrificantes"), que

Bloque D

propone una alternativa no química para enriquecer el suelo en nitrógeno.

D-15 ("Cultivo de tejidos vegetales"), que ofrece técnicas para controlar y mejorar la sanidad de las semillas.

2. Los tipos de contenidos: se trata aquí de redistribuir los contenidos de cada uno de los 18 fascículos según correspondan a conceptos, conocimientos, metodologías, técnicas, informaciones sobre el trabajo del SESA. No podemos entrar en tantos detalles como se hizo con otros bloques por la extensión del bloque D (cerca de 1,400 páginas). Nos limitaremos por tanto a un desagregado parcial, a completar con la presentación de cada fascículo.

Nociones v conceptos relativos al ecodesarrollo, a la agricultura andina y al Modelo Silvo Agropecuario del SESA. Es decir los criterios y concepciones que deberían orientar el conjunto de las actividades.

Los tres últimos fascículos del bloque son los que más intentan explicitar los criterios que deberían sustentar el Modelo Silvo Agropecuario del SESA. El fascículo D -18 abunda en observaciones sobre agricultura andina y saber agronómico, sobre enfoque de sistemas, sobre criterios para recolección de datos, sobre investigación y desarrollo, sobre los problemas de la formación académica de los profesionales. El fascículo D-17, además de sus consideraciones sobre el agua, resalta la importancia de las formas de tenencia y conducción de la tierra como limitante seria para reordenar una cuenca o microcuenca. El fascículo D-16 confirma la opción de partir de las características de la agricultura andina, la actitud de valorar sus conocimientos y actitudes, la necesidad de tecnología apropiada.

Todos los fascículos en general expresan o sugieren conceptos de fondo en sus introducciones, al definir actividades, objetivos, condiciones y restricciones, así como vinculación entre actividades. Asimismo, lo hacen sobre organización y capacitación en las partes respectivas de cada fascículo, aunque son pocos los que se extienden sobre estos temas y a veces aparecen diferencias entre ellos (D-13 y D-14 sobre capacitación, por ejemplo)

En el caso del fascículo D-11, el conjunto del texto, en su forma de tratar la crianza de peces, es una ilustración de los conceptos fundamentales del ecodesarrollo.

Conocimientos generales de utilidad para todo el Manual o específicos para determinado tema o actividad. En este caso, sí bien la mayoría de los conocimientos generales están en el fascículo D-1 (suelos), D-17 (agua) y D-16 (bioagricultura), se pueden encontrar otros dispersos a lo largo de los fascículos, de acuerdo a las necesidades de exposición de cada tema. Así, el fascículo D-9 sobre plantas ornamentales da elementos

Bloque D

básicos de la botánica y su lenguaje particular.

En la gran mayoría de los fascículos se pueden hallar presentaciones más o menos detalladas sobre las variedades o especies animales o vegetales propuestas (cultivos andinos, pastos, especies forestales, frutales, hortalizas, plantas ornamentales, cuyes, peces) o sobre las características básicas de la especie (cuyes, peces, abejas).

Metodologías o procesos para la realización de una actividad. Todos los fascículos presentan propuestas sobre cómo ordenar secuencialmente los pasos o acciones que requiere la actividad de la cual se ocupan y los criterios metodológicos para el manejo de dicho proceso. Esto se da tanto para actividades productivas (agricultura, silvicultura, crianza menor) como para trabajos de laboratorio, estudios o planes.

Generalmente estas metodologías están en la parte III de cada fascículo ("Planificación de las actividades") pero en algunos casos son objeto de una síntesis gráfica en la Parte I ("Introducción ") o de un desarrollo posterior.

Técnicas de trabajo. Todos los fascículos explican una serie de técnicas útiles para lograr los respectivos objetivos. Se trata de técnicas de análisis (del suelo, del agua de un estanque, de la virosidad de una semilla...), de planificación (de un estudio, de un plan conservacionista...), de elección y preparación (del lugar para una actividad), de construcción (de una infraestructura), de ejecución (de la actividad productiva, de laboratorio, de estudio).

Las descripciones suelen incluir mapas, planos, formatos-guía, formularios, y numerosos gráficos demostrativos de la técnica y de los instrumentos a usar.

Las informaciones sobre el trabajo del SESA. Como el Manual está basado en realizaciones del SESA, en actividades que está iniciando o que está planteando como necesarias, muchos fascículos Incluyen referencias concretas al trabajo del SESA. En algunos casos se trata de una simple mención al paso; en otros el fascículo está basado en un caso concreto (cuyes, huertos frutícolas); en otros se parte de varias experiencias que se señalan para luego sistematizarlas (peces, viveros, plantaciones forestales); a veces se introducen las experiencias del SESA como ilustración de un planteamiento (aprovechamiento de aguas); otras veces se incluyen anexos para describir trabajos del SESA y/o sus resultados (cultivos andinos, hongos micorríticos, bacterias nitrificantes...).

Bloque D

PARA APROVECHAR ESTE BLOQUE

Por su amplitud, el Bloque D ("Producción y uso de suelos y agua") comprende una gran variedad de temas y contenidos, con diferencias en el detalle y el lenguaje de su tratamiento. Es por ello difícil emitir aquí consideraciones generales sobre su aprovechamiento.

Podemos en todo caso señalar tres formas de acercamiento a este bloque.

Primero, yendo directamente a tal o cual fascículo, cuyo tema sea de interés particular, para extenderse luego a los fascículos complementarios de éste.

Segundo, estudiando el bloque de acuerdo a las áreas de contenido que proponemos aquí.

Tercero, analizando cada tipo de contenido, en paralelo con los mismos tipos de contenido del Manual en general

TOMO 4: PRODUCCIÓN Y USO DE SUELOS Y AGUAS (I)

Este tomo 4 es el primero de los cuatro correspondientes al bloque temático D ("Producción y uso de suelos y agua"). A manera de introducción al tema, presenta conocimientos generales de agronomía y manejo ecodesarrollista de los recursos suelo y agua (D-1) y trata dos de las actividades más comunes en el campesinado andino: los cultivos andinos y el cultivo de pastos. En ambos casos se dan conocimientos sobre las especies más importantes en Cajamarca. Para cultivos andinos (D-2), se brindan procedimientos y técnicas de recolección y mejoramiento de semillas. Para pasturas (D-3), se plantean también procedimientos y técnicas, esta vez para instalación de campos experimentales.

Los tres fascículos que conforman este tomo 4 son.

- D-1 INFORMACIÓN Y TECNOLOGÍAS BÁSICAS PARA EL USO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS,
- D-2 CULTIVOS ANDINOS.
- D-3 INSTALACIÓN DE PASTURAS EN ZONAS ALTO ANDINAS.

En conjunto, este tomo 4 es útil a cualquier usuario que se interese por el ecodesarrollo y la conservación de los recursos naturales andinos, aun a quienes no tienen interés o posibilidad de llevar adelante las prácticas propuestas por el SESA de Cajamarca en su Modelo de Desarrollo Silvo Agropecuario.

Tanto los conocimientos generales sobre suelos y agua, como los más específicos sobre cultivos andinos y pasturas, así como metodologías de recolección y mejoramiento de variedades nativas y de experimentación de pasturas instaladas, pueden llegar a ser aprovechables en cualquier parte de los Andes.

Incluimos también en este tomo, enseguida antes de esta breve presentación, una explicación sobre el conjunto del Bloque Temático D y sus 18 fascículos.

FASCÍCULO D-1 INFORMACIÓN Y TECNOLOGÍAS BÁSICAS PARA EL USO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS.

CONTENIDOS

Este fascículo Introduce el Bloque Temático D ("Producción y uso de suelos y agua") brindando conocimientos básicos que son útiles para comprender y aprovechar el resto del Bloque. Esta presentación se hace en dos niveles: primero para técnicos y profesionales preparados al lenguaje y la lógica de la ciencia moderna; luego como divulgación para campesinos,

Se Trata de conocimientos relacionados con el suelo, sus características y propiedades, así como formas de resolver sus problemas de acidez o erosión. Se incluyen algunas técnicas para determinar la situación de un suelo (por ejemplo su fertilidad). También se señalan técnicas para la situación y los potenciales de los suelos de una zona (cuencas y microcuencas).

El presente fascículo D-1 ("Información y tecnologías básicas para el uso y conservación de los suelos") tiene siete partes:

- I : Introducción.
- II : Participación de la población en las prácticas de estudio, evaluación, manejo y conservación de los suelos,
- III : Planificación de actividades.
- IV : El suelo . conocimientos básicos.
- V : Diagnóstico de la fertilidad del suelo.
- VI : Manejo y mejoramiento del suelo.
- VII : Capacitación y extensión.

La **parte I ("Introducción")** habla de objetivos y usos del fascículo

La **parte II ("Participación de la población en las prácticas de estudio, evaluación, manejo y conservación de los suelos")**

Señala seis tipos de actividades que requieren la interrelación entre técnicos y productores.

La **parte III ("Planificación de actividades")** presenta diversas técnicas, instrumentos y criterios necesarios para poder establecer un plan de conservación de suelos a nivel de una unidad de producción o una microcuenca. Incluye aspectos de levantamiento topográfico, planeamiento del uso de las tierras, criterios para una propuesta conservacionista, el estudio de campo, los procedimientos para elaborar el plan conservacionista, la descripción de los parámetros para clasificación de suelos.

La **parte IV ("El suelo: conocimientos básicos")** explica las principales características de un suelo. Lo hace en siete puntos:

D-1

1. La relación entre el suelo y la producción de plantas, en particular las funciones de éstas (respiración, fotosíntesis, nutrición mineral).
2. El suelo y sus componentes, diferenciando los sólidos (minerales y orgánicos), los líquidos y los gaseosos.
3. Los estados de formación del suelo.
4. El perfil del suelo, con sus horizontes.
5. Las propiedades físicas del suelo. Se insiste ahí sobre la textura (clases de textura y métodos para determinarlas), la estructura (sus tipos, su importancia, Los factores que la afectan), la consistencia.
6. El agua del suelo. Se definen varios términos relativos a la humedad del suelo y la distribución del agua de riego. Se plantean los factores que determinan la capacidad del suelo para almacenar agua. Se señalan los tipos de movimiento del agua en el suelo. Se presentan técnicas para medir la humedad del suelo y para determinar el volumen de agua que requiere un terreno.
7. El aire del suelo, es decir las necesidades de aire que tienen el suelo y las raíces de las plantas, la composición de este aire y los procesos fisiológicos del intercambio entre gases del suelo y de la atmósfera.

La parte V ("Diagnóstico de la fertilidad del suelo") presenta las técnicas de muestreo y análisis para determinar la fertilidad de un suelo y por tanto sus necesidades de corrección o mejoramiento.

La **parte VI ("Manejo y mejoramiento del suelo")** analiza dos problemas: la acidez del suelo y la erosión.

La acidez: se precisan sus fuentes, su influencia sobre el suelo, las causas del mal desarrollo de las plantas en suelos ácidos, las formas de corregir la acidez a base de cal (se retoma ahí el poder tampón de los suelos) y los peligros de un exceso de cal.

La erosión: se presentan sus causas (viento y agua) y las formas de esta última (erosión hídrica), es decir la lluvia, el escurrimiento y la remoción en masa; se plantean las dos formas de luchar contra la erosión, a través de prácticas mecánico-estructurales y a través de prácticas agronómicas.

La **parte VII ("Capacitación y extensión")** brinda los contenidos de materiales de divulgación campesina (en uso o en preparación en el SESA) sobre algunos de los conocimientos presentados en las partes anteriores. Se toca la formación del suelo, es decir cómo se forma, sus características, la importancia de la materia orgánica, los organismos del suelo y cómo conocerlos, la retención de agua, la erosión y su control.

APORTES

Este conjunto de conocimientos científicos y técnicos sobre el suelo agrícola, en función de su manejo y conservación, aporta esencialmente a

D-1

la **comprensión** y **aprovechamiento** de los demás fascículos del bloque D sobre "Producción y uso de suelos y agua". Pero tiene un uso inmediato y previo a las prácticas planteadas en el resto del bloque: la elaboración de un "plan conservacionista".

Este "plan conservacionista", para cuya elaboración la parte III ofrece una guía, es el principal aporte diferente de este fascículo y puede ser de gran utilidad, tanto para unidades productivas como para áreas mayores como microcuencas.

COMPLEMENTOS

Al ofrecer los conocimientos científicos y técnicos modernos sobre el suelo, este fascículo puede ser una buena herramienta de consulta y trabajo, también de estudio para campesinos o técnicos de especialidades no agronómicas. El trabajo con el campesinado puede, sin embargo, requerir complementos a esta visión científica moderna.

El manejo y la conservación de los recursos naturales de una zona pueden hacerse acordes con una lógica de "productor" (tal como se designa en estos fascículos) o con una lógica tradicional de campesino. Esta lógica tradicional de campesino se apoya a su vez en todo un sistema de conocimientos sobre suelos, su manejo y su conservación. Sería importante para los usuarios del Manual acceder al conocimiento campesino andino sobre su medio a fin de poder adecuar las prácticas a la lógica campesina tradicional y permitir la continuidad de las prácticas conservacionistas más allá de la presencia de una entidad patrocinadora. Un ejemplo, las categorías andinas para clasificación de suelos son diferentes de las modernas (además de variar de zona en zona) y necesitan ser conocidas para que la interrelación técnicos-campesinos sea de diálogo y no de simple imposición.

USOS

El presente fascículo D-I puede aprovecharse de acuerdo a tres necesidades.

- elaboración de un "plan conservacionista",
- consulta durante la realización de una práctica;
- capacitación.

Para la elaboración de un "plan conservacionista" se tiene la parte III ("Planificación de actividades"), con sus propuestas al respecto. Las partes IV a VII posibilitan dicha elaboración gracias a los conocimientos que contienen y que pueden ser, según los casos, estudiados previamente a la práctica o consultados durante la misma. Se los completa también con la parte II del A-2 (tomo 2), con sus nociones básicas y definiciones sobre ecología y ecosistemas.

D-1

Para la consulta durante la realización de una práctica, el usuario puede recurrir al detallado índice que inicia el fascículo a fin de encontrar el aspecto que le interesa.

Para capacitación, un profesional de otra rama (cuya formación le permita adentrarse con mayor facilidad en la lógica y la terminología científica moderna) puede trabajar directa y casi exclusivamente con el texto del fascículo. Para campesinos, tanto los materiales de la parte VII como los anteriores son fuentes a utilizar dentro de un proceso de estudio que incluya otros textos y debates.



I.-	<u>CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS</u>	1
	1.1 Definición	1
	1.2 Objetivos	1
	1.3 Usos alternativos de la práctica	1
	1.4 Vinculación con otras prácticas	2
II.-	<u>PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN EN LAS PRACTICAS DE ESTUDIO. EVALUACIÓN. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS</u>	3
III.	<u>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES</u>	4
	3.1 Elementos mínimos para la programación de actividades.....	4
	3.2 Planeamiento de la conservación de suelos ...	4
	A. Levantamiento topográfico.....	5
	B. Planeamiento del uso de las tierras	6
	a. Mapa de clases de pendientes	6
	b. Capacidad del uso de la tierra	6
	c. Uso y Manejo de la tierra.....	7
	d. Producción ganadera	7
	d.1 División de pastizales	7
	d.2 Profilaxia y saneamiento	7
	C. Conservación de suelos en las cuencas y microcuencas	8
	a. Criterios para la selección de microcuencas	8
	b. Mapeamiento de una microcuenca	8

PAG.

c. Propuesta conservacionista	9
D. Estudio del campo para el planeamiento ...	10
a. Aspectos externos	10
b. Aspectos internos	10
E. Procedimientos para la elaboración del plan conservacionista... ..	11
Ficha N° 1: "Diagnóstico de la propiedad"	12
Ficha N° 2: "Diagnóstico de las áreas a conservar"	14
Ficha N° 3: "Plan técnico conservacionista"	17
F. Parámetros de clasificación de las características del suelo	16
3.3 Asesoramiento y actividades técnicas en relación al suelo	21
 IV. <u>EL SUELO ; CONOCIMIENTOS BÁSICOS</u>	 22
 4.1 Relación entre el suelo y la producción de plantas	 22
A. Funciones de las plantas.....	23
a. Respiración	23
b. La fotosíntesis	23
c. Nutrición mineral	25
4.2 El suelo y sus componentes	28
A. Concepto del suelo	28
B. Los constituyentes del suelo	28
a. Constituyentes sólidos	28
a.1 Constituyentes minerales	28
a.2 Constituyentes orgánicos	29
b. Constituyentes líquidos y gaseosos	29
b. 1 Agua del suelo	29
b.2 Aire del suelo	30
4.3 Estados de formación del suelo	31

4.4 El perfil del suelo.....	34
A. Los horizontes del suelo	34
B. Horizontes mayores	35
a. Horizontes orgánicos	35
C. Horizontes minerales	36
4.5 Propiedades físicas del suelo	37
A. La textura	38
a. Fracciones granulométricas.....	38
b. Clases texturales.....	40
c. Agrupación general de las clases texturales	40
d. Determinación de la clase textural	41
d.1 Método de campo o determinación textu -	
ral al tacto.....	41
d.2 Métodos de laboratorio	42
1. Método internacional o de la pipeta	42
2» Métodos de hidrómetro o debouyoucos	42
e. Representación gráfica de los resultados	
del análisis granulométrico	43
e.1 El diagrama del triángulo textural	44
B. Propiedades en relación con la estructura del	
suelo	44
a. Peso específico de los suelos minerales ...	44
b. Porosidad o espacio poroso.....	48
b.1 Factores que influyen el espacio po-	
roso	48
b.2 Porosidad diferencial	49
c. Estructura	50
c.1 Definición	50
c.2 Tipos y origen de la estructura	50
1. Laminar	50
2. Prismática.....	50
3. Terrosa o cúbica	51
4. Esferoidal o granular.....	51
d. Importancia de la estructura del suelo	53
e. Factores que afectan la estructura	55

PAG.

e.1 Cultivo	55
e.2 Humedecimiento y secado, alternativamente ..	55
e.3 Congelación y calentamiento	56
e.4 Productos químicos	56
e.5 Raíces, bacterias y hongos	56
B.6 Estabilidad, estructural	56
f. Consistencia del suelo	57
f.1 Consistencia en húmedo	57
f.2 Consistencia en seco	58
f.3 Consistencia en mojado	59
1. Pegajosidad o adherencia	59
2. Grados de pegajosidad	59
3. Plasticidad	59
4.6 El agua del suelo	60
A. Retención de la humedad del suelo	60
a. Definición de los términos sobre la humedad	62
a.1 Agua hidrosférica	62
a.2 Agua capilar	62
a.3 Agua gravitacional	62
a.4 Capacidad de campo	62
a.5 Porcentaje de marchitez permanente (P.M.P.) ..	63
b. Factores que afectan la cantidad y uso del agua disponible del suelo	63
b.1 Las relaciones de tensión de humedad	65
b.2 Concentración salina	66
b.3 Espesor del suelo y estratificación	66
c. Otros factores que influyen sobre la distribución de riego	67
c.1 Efectos de hardpan	67
c.2 Efectos del casajo	67
c.3 Efectos de la labranza	69
d. Determinación de la humedad del suelo	69
d.1 Método gravimétrico	69
d.2 Métodos tensiométricos	70
d.3 Resistencia eléctrica	70

PAG.

d.4 Métodos de absorción	72
d.5 Métodos radioactivos	72
d.6 Otros métodos	73
e. Almacenamiento de agua en el suelo	73
e.1 Capacidad de retención del suelo.....	74
f. Cálculos del volumen de agua	75
g. Tipos de movimiento del agua del suelo	76
g.1 Movimientos dentro de suelos saturados ...	77
g.2 Flujo saturado a través de los suelos	77
g.3 Los suelos de textura fina	76
g.4 El movimiento del agua en estado de vapor	78
4.7 La aereación del suelo	78
A. Necesidades fisiológicas de aire en la raíz de la planta	78
B. Consumo de aire en el suelo.....	79
C. Composición del aire del suelo	79
D. Concentración crítica del O ₂ necesario para las raíces de las plantas	80
E. Procesos físicos relacionados con el intercambio de los gases entre el suelo y la atmósfera	80
a. Efectos de temperatura	80
b. Efectos barométricos	81
c. Efectos de la turbulencia del viento	81
d. Efectos de la lluvia y de la irrigación	81
V. <u>DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO</u>	83
5.1 El muestreo del suelo y sus análisis	83
A. Procedimiento.....	84
B. Época adecuada para la toma de muestras.....	85
C. Selección de herramientas y material a Utilizar.	85
D. Formas de realizar el muestreo	86
E. Formas de tomar las muestras	87
F. Los análisis de suelos.....	91

VI. <u>MANEJO Y MEJORAMIENTO DEL SUELO</u>	94
6.1 Los suelos ácidos y su corrección	94
A. Fuentes de acidez.... ..	94
a. Fuentes inorgánicas	94
b. Fuentes orgánicas	93
c. Ácidos solubles	95
d. Las precipitaciones	96
B. El pH y su influencia sobre las características del suelo	96
a. En el aspecto físico	96
b. En el aspecto químico	97
c. En el aspecto biológico	97
C. Causas del mal desarrollo de las plantas en los suelos ácidos.....	98
a. Toxicidad del aluminio	98
b. Toxicidad del manganeso	
c. Deficiencia de calcio y magnesio.....	99
d. Deficiencia de molibdeno,	99
D. Forma de corregir la acidez	99
a. El encalado	99
b. Las enmiendas calcáreas	100
c. Necesidades de cal, de los suelos	102
c.1 El poder tampón de los suelos	103
d. Épocas de aplicación de la cal	106
e. Métodos de aplicación de cal	107
E. El sobre-encalado.....	108
F. Conclusiones	108
6.2 La erosión del suelo.....	109
A. Definición	109
a. Erosión Eólica	109
b. Erosión hídrica	110
6. Clases de erosión hídrica.....	110
a. Erosión pluvial	110
b. Erosión por escurrimiento	110

	PAG.
b.1 Esguerrimiento difuso	110
b.2 Erosión laminar	111
b.3 Erosión en surcos	111
b.4 Erosión en cárcavas	111
b.5 Erosión regresiva o remontante	111
b.6 Erosión por caminos.....•••••	111
c. Remoción en masa	112
c.1 Deslizamientos	112
c.2 Derrumbes	112
c.3 Coladas de barro	112
c.4 Soliflucción o reptación.....	112
c.5 Hundimientos	114
c.6 Desprendimientos y desplomes	114
6.3 El control de la erosión	114
A. Etapas para encarar los problemas de erosión	115
B. Control de erosión hídrica y fluoial	116
a. Erosión pluviat	116
b. Laminar y en surcos	116
c. Corrección de cárcavas.....	116
c.1 Emparejamiento del terreno.....	118
c.2 Suavización de taludes.....	118
c.3 Construcción de defensas.....	118
d. Remoción en masa	119
e. Control de derrumbe	119
f. Erosión en carreteras	120
f.1 Taludes.....	120
f.2 Franjas protectoras	120
f.3 Cunetas.....	121
f.4 Desagües.....	121
f.5 Control de derrumbes	121
g. Erosión fluvial	121
6.4 Prácticas agronómicas con fines de control de la erosión	122
A. Localización de cultivos	122
a. Cultivos limpios.....	122

b. Cultivos semi-limpios	123
c. Cultivos densos	123
d. Cultivos de semi-bosques.....	123
e. Pastos.....	123
f. Bosques	123
g. Bosques protectores.....	123
B. Siembras en Contorno	124
C. Coberturas vegetales	124
D. Barreras vivas.....	125
E. Coberturas muertas	125
F. Cultivos en faja	126
a. Surcos dobles	126
b. Bloques transversales	126
G. Incorporación de materia orgánica	127
VII. <u>CAPACITACIÓN Y EXTENSION</u>	128
7.1 Formación del suelo.....	128
A. Como se forman los suelos.....	128
B. Características de un buen suelo.....	132
C. La materia orgánica y la estructura del suelo.....	132
D. Los organismos del suelo.....	134
a. La vida microscópica vegetal	134
a.1 Las bacterias	134
a.2 Los hongos	134
a.3 Las algas.....	134
b. La vida animal del suelo.....	135
b.1 Lombrices.....	135
c. Determinación de los organismos del sue- lo	136
d. Obtención de la muestra.....	136
e. Procedimientos demostrativos	136
E. Retención del agua en el suelo.....	137
a. Demostración	138

	PAG.
a.1 Requerimientos.....	138
a.2 Procedimiento.....	139
F. La erosión hídrica.....	140
a. Procedimientos demostrativos	141
G. Cultivos de cobertura y las rotaciones en la protección del suelo	142
a. Procedimiento demostrativo.....	143
a.1 Materiales y equipo.....	143
a.2 Procedimientos.....	143
a.3 Observaciones	144
H. El Colchón vegetal (Mulch) en control de la erosión	145
a. Procedimiento demostrativo	145
b. Surcos en contorno.....	146
 <u>ANEXOS.</u>	
N° 1 : Glosario de términos	149
N° 2 : Bibliografía	154



1.1 DEFINICIÓN

Se define esta práctica como "un conjunto de conocimientos científicos y técnicos sobre el suelo agrícola, así como de prácticas de manejo y conservación más importantes, relacionándolas con la producción agropecuaria". Se pretende sirva como fuente de consulta a profesionales y técnicos que trabajan en proyectos de ecodesarrollo (similares o no al SESA), tratando de adecuarlos a su realidad.

1.2 OBJETIVOS

Son objetivos de este Manual los siguientes:

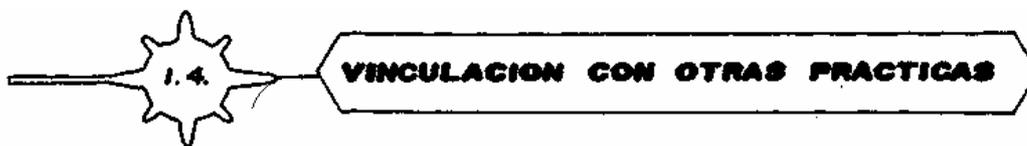
- a) Proporcionar los conocimientos científicos básicos y técnicos sobre el suelo agrícola.
- b.) Contribuir al mejoramiento de la producción y productividad agropecuaria, como consecuencia de la aplicación de estos conocimientos.
- c) Contribuir a la utilización racional de los recursos y al manejo de los ecosistemas, en armonía con las necesidades del hombre.

1.3 USOS ALTERNATIVOS OE LA PRACTICA

Las prácticas que se presentan en el Manual se pueden usar alternativa mente de acuerdo a las características específicas de los ecosistemas de las laderas andinas.

La selección y uso de las prácticas que se recomiendan, se ejecutarán

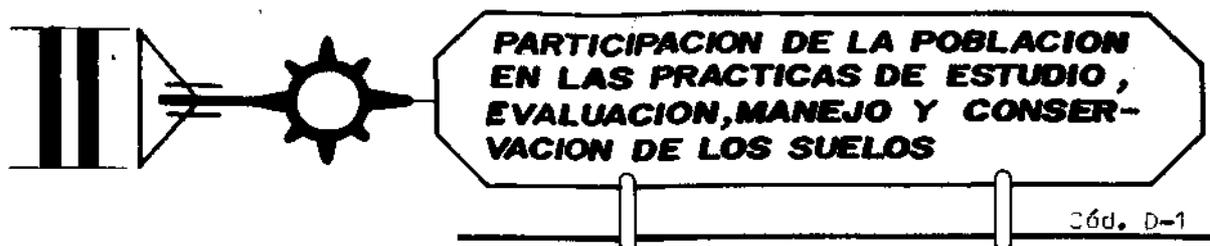
teniendo en cuenta la problemática específica y su priorización en cada área, en las que se tendrán en cuenta igualmente las características socio-económicas de la población.



El estudio, evaluación, manejo racional y conservación de los suelos constituye uno de los pilares fundamentales en que se basa el ecodesarrollo. Las relaciones suelo-agua-planta-hombre y otras características del medio ambiente constituyen un todo inseparable, tal como se ha explicitado en otros manuales (1); el suelo como elemento dinámico constituye un eslabón de la cadena del ecosistema, sin el cual no es posible explicar las otras interrelaciones, fenómenos, leyes y subsistemas.

Por lo expresado anteriormente, el contenido del presente Manual se vincula directamente con las líneas de actividad correspondientes a los Bloques Temáticos D, H e I; e indirectamente con las restantes, en función de los alcances y objetivos del ecodesarrollo,

(1) Para mayor información, consultar Manuales: D-16 "Agricultura Biológica", D-17 "Aprovechamiento Integral del Agua", etc.



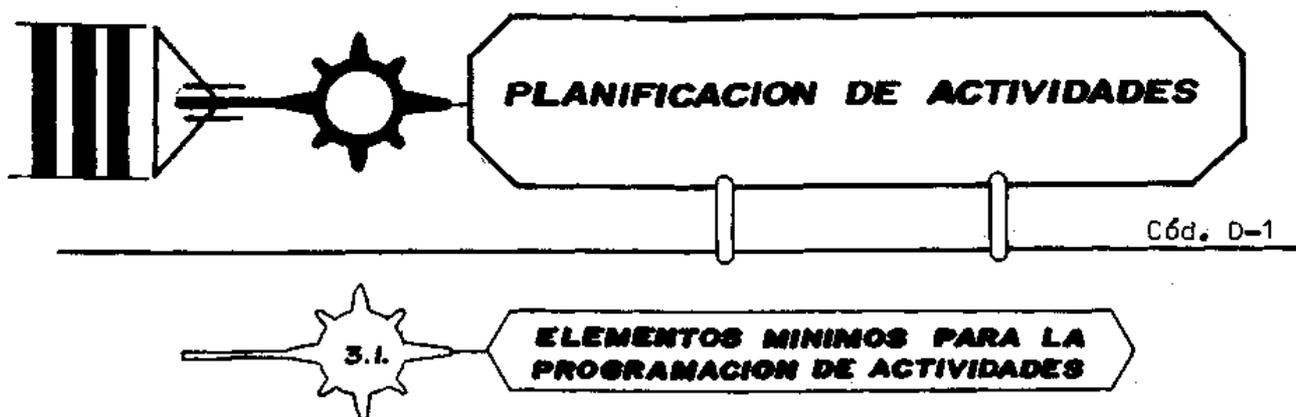
El uso de los suelos en las laderas andinas del país está determinado por un conjunto de prácticas tradicionales y por las características económicas, sociales y culturales de los agricultores.

Debido a ellas, en muchos casos, las prácticas agrícolas contribuyen al deterioro de los suelos.

La participación de la población en acciones vinculadas al estudio, evaluación, manejo racional y conservación de los suelos, se realiza mediante la interrelación entre los técnicos-profesionales del SESA y los productores a través de las siguientes actividades:

- Motivación y capacitación para el conocimiento de las características del suelo, su conservación y manejo.
- La ejecución de labores de acondicionamiento, físico-químico y biológico.
- La ejecución de prácticas agronómicas de uso y conservación.
- La ejecución de prácticas mecánico-estructurales (1).
- La ejecución de prácticas forestales-agrostológicas (1).
- La ejecución de prácticas demostrativas.

(1) Para mayor información, consultar los Manuales D-2; D-3; D-4; D-5, y las líneas de actividad del Bloque Temático H, principalmente.



La programación de estudios y prácticas de manejo y conservación de suelos se realiza teniendo en cuenta los programas y proyectos que se espera ejecutar, así como las características que presentan los suelos en relación al conjunto de factores que conforman el ecosistema.

En los ecosistemas se hace necesario por lo menos un estudio semidetallado de suelos, como base para definir el uso de los mismos y determinar las prácticas de manejo más adecuadas.

Los estudios de infiltración, retención del agua y su movimiento dentro del suelo deben tener atención preferente, al igual que su acondicionamiento físico y orgánico para la producción.

La realización del tratamiento mecánico—estructural sigue en general los principios y diseños elaborados en los manuales correspondientes.

Se presenta a continuación algunos criterios para la planificación de la conservación de suelos a nivel de unidades productivas y de microcuencas, ya que los ecosistemas de laderas tienen como uno de sus principales problemas la carencia de acciones para conservar y manejar adecuadamente los suelos, afectados actualmente por diferentes grados de erosión.

3.2 PLANEAMIENTO DE LA CONSERVACIÓN

La conservación de suelos tiene como objetivo: incrementar la productividad de la tierra a su nivel máximo de rendimiento, bajo un sistema de explotación eficiente, racional e intensivo, sin empobrecer ni destruir su capacidad productiva y garantizando que ésta se dé en forma permanente y sostenida.

Por ello es necesario para el plan conservacionista considerar que:

- Su elaboración tenga en cuenta no sólo las características o factores físicos del suelo; sino también los factores económicos y sociales.
- Se realicen estudios económicos de las prácticas recomendadas, para definir la viabilidad de su ejecución.
- El plan muestra al productor rural, en forma clara y objetiva, las posibilidades de implementación de cada práctica en particular, y de su conjunto en general.

Cada parcela de terreno debe ser tratada de acuerdo a sus propias características, mediante ejecución de las prácticas conservacionistas establecidas como consecuencia del diagnóstico físico-conservacionista del área. Así mismo se establecerán las recomendaciones prácticas para la conservación y utilización de las tierras, adecuando las prácticas bio-culturales a su capacidad de uso.

Para la elaboración del plan de conservación se puede seguir los siguientes procedimientos:

A) LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para el plan de conservación a nivel de unidad productiva o de microcuenca, se elaboran los planos que determinen los límites físicos del área, en ellos se detalla la información proveniente del levantamiento de campo, con fines conservacionistas.

El plano o mapa base se elabora mediante levantamiento topográfico, planimetría, usando fotografías aéreas; a falta de ellos, se puede elaborar un croquis siempre que se trate de áreas pequeñas.

La fotografía aérea, por la riqueza de su información y detalles, es más ventajosa para la obtención del mapa base detallado.

Usualmente se recomienda escalas de 1:5,000, 1:10,000 ó 1:20,000 en orden de preferencia.

Para al trabajo con aerofotografía se utiliza los pares estereoscópicos, que posibilitan la obtención más fácil de detalles importantes.

Del trabajo con aerofotografías, se procede a elaborar un mosaico aerofotográfico, donde se traslada toda la información obtenida.

La preparación de la cartografía básica es un paso importante en la preparación del plan conservacionista.

B) PLANEAMIENTO DEL USO DE LAS TIERRAS

Una chacra racionalmente dividida y conducida permite un mejor aprovechamiento de las tierras así como de los equipos disponibles} para definir el uso de la tierra se deben elaborar.

a) Mapa de clases de pendientes

A través del planímetro es posible confeccionar un mapa de pendientes. Se puede utilizar la siguiente clasificación:

Cuadro N°1)

CLASE	PENDIENTE %	INTERPRETACIÓN
A	< >	Pendiente suave
B	3 - 6	Pendiente moderada
C	6-12	Pendiente moderada a fuerte
D	12-20	Pendiente fuerte
E	20 - 40	Pendiente muy fuerte
F	> 40	Pendiente extrema

b) Capacidad de uso de la tierra y

Un mapa plani-altimétrico completo permite o posibilita la de marcación de clases por capacidad de uso.

Las clases de pendiente, asociadas a otras características li-

mitantes, resultan en clases de capacidad de uso.

Las clases I, II y III son apropiadas para cultivos intensivos y permanentes. La clase IV presenta limitaciones muy severas que restringe el cultivo de plantas, requiriendo un manejo muy cuidadoso. Las clases V, VI, VII, debido a sus limitaciones, son sólo apropiadas para la instalación de pasturas, forestales y abrigo silvestre. La clase VIII comprende tierras que solamente son utilizadas como abrigo silvestre, recreación o reserva de agua.

c) Uso y manejo de la tierra

En base al plano de capacidad de uso se puede elaborar un plano de uso de las tierras, con énfasis en las explotaciones principales, teniendo en cuenta la finalidad de las mismas.

d. Producción ganadera

En las empresas ganaderas, la preocupación reside en el correcto manejo del ganado, como consecuencia en una adecuada división y utilización de los pastizales y en la profilaxia de parásitos y enfermedades, con el fin de mejorar la productividad.

(d.1) División de pastizales

Seleccionadas las áreas para la instalación de pasturas, la división se realiza en función de la disponibilidad de agua (según la fuente de donde provenga), y del hato ganadero, entre otras importantes consideraciones.

(d.2) Profilaxia y saneamiento

Se debe tener en cuenta que las instalaciones para la crianza de animales deben estar protegidas contra vientos predominantes y evitar áreas húmedas para su instalación.

C) CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LAS CUENCAS Y MICROCUENCAS

La conservación de suelos y aguas es un conjunto de esfuerzos, técnicos y científicos, que persiguen como objetivo primordial el uso adecuado de los recursos renovables, como el único medio de lograr la protección de suelos y aguas o su recuperación a niveles productivos adecuados, cuando han sido parcialmente destruidos o degradados.

Por ello es importante el análisis global de las regiones, visualizando su uso múltiple, continuo y económico, estableciendo un equilibrio entre la naturaleza toda y la aptitud de los suelos.

Es decir, es necesario el análisis del uso de las tierras a nivel de cuencas hidrográficas o unidades menores, por ejemplo: microcuencas, A.E.T, UBD, UESC, etc. (1), de acuerdo a principios conservacionistas y teniendo en cuenta el equilibrio ambiental.

La cuenca hidrográfica está definida por el área de recepción o escurrimiento superficial del agua a través de un emisor, y está separado de otras cuencas por la divisoria de las aguas.

a) Criterios para la selección de microcuencas

La selección de microcuencas se puede realizar, en general, teniendo en cuenta los parámetros siguientes:

- Grados críticos de erosión de los suelos.
- El manejo de los suelos y el sistema productivo.
- Grado de mecanización.
- Importancia social para la comunidad.
- Infraestructura disponible.

b) Mapeamiento de una microcuenca

Cada microcuenca seleccionada deberá tener un mapa cartográfico-

(1) A.E.T - Areas específicas de tratamiento.
 UBD = Unidades Básicas de Desarrollo.
 UESC = Unidades Económico-Sociales Campesinas.

co, preferencialmente planimétrico, conteniendo la siguiente información:

- Altitudes de la microcuenca.
- Red hidrográfica.
- La estructura de propiedad con la lista de los propietarios.
- Pendientes y su orientación.
- Tipos de suelos dominantes.
- Puntos críticos de erosión.
- Dirección de los vientos dominantes.
- Curva de temperatura y datos climáticos.
- Localización de los asentamientos.

c) Propuesta conservacionista

Establecidas las microcuencas prioritarias, con la participación institucional y comunitaria se elabora el plan conservacionista, debiendo seguir los siguientes pasos para su elaboración:

- Identificación de puntos críticos de la microcuenca (suelos, agua, bosques, sistema de comunicaciones, manejo de suelos, asentamientos, cárcavas, etc).
- Priorización decreciente de problemas del área comprendida.

Proposición de soluciones globales con participación comunitaria e institucional y cronograma de actividades.

- Elaboración del mapa de la micro-cuenca con identificación de las medidas conservacionistas identificadas y definidas.
- División de responsabilidades en la solución e implementación de la propuesta conservacionista, definiendo las áreas de competencia para cada institución participante.
- Ejecución del plan conservacionista preconizado.

D) ESTUDIO DE CAMPO PARA EL PLANEAMIENTO

Para el planeamiento de la conservación de las chacras, se debe tomar en consideración el diagnóstico físico-conservacionista y posibilidades económicas en los diferentes tipos de unidades productivas.

Se debe tener en cuenta, además, las siguientes características del suelo:

a) Aspectos externos

Roca originaria, topografía, erosión, vegetación, uso actual de la tierra, pendiente, riesgos de inundación.

b) Aspectos internos

Físicos (textura, color, pedregosidad, drenaje interno, profundidad efectiva y permeabilidad); y químicos (acidez, fertilidad aparente, contenido de materia orgánica, composición mecánica y mineral del suelo). Siempre que sea posible, se debe efectuar análisis químicos.

En relación con las características de los suelos y los cultivos, se debe tener en cuenta la capacidad de uso de las tierras; es decir, definir para cada campo el más apropiado uso de las tierras con determinados cultivos (anuales, perennes o forestales).

La erosión puede ser controlada en cada chacra o a nivel de una microcuenca hidrográfica; en cualquiera de los casos, se le trata de acuerdo a las exigencias y posibilidades de su capacidad de uso. Ello significa que las labores deben ser limitadas a las condiciones más favorables y a las áreas de mayor aptitud según la línea de actividad a implementar.

Las áreas o tramos de mayor pendiente, erosionadas o sujetas a erosión, deben ser mantenidas con pasturas o plantas permanentes; en ellas se debe implementar las prácticas conservacionistas que mejor se adecuen.

Así mismo, el productor rural debe ser orientado para dar el uso

más adecuado a su chacra, seleccionando las áreas de acuerdo a su capacidad, es decir teniendo en cuenta el suelo, clima, agua, tamaño de la propiedad y capacidad económica del propietario.

E) PROCEDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN CONSERVACIONISTA

Con el propósito de ordenar el procedimiento de trabajo del plan conservacionista a nivel de chacras, se adjuntan tres (3) fichas, en las cuales están contenidas las necesidades de información, tanto a nivel de diagnóstico de la problemática como de la elaboración del plan.

Estas fichas pueden adecuarse a distintas realidades, modificando los parámetros que se utilicen en el estudio.

3.2

Cód. D-1

a) **Ficha Nº 1 : "DIAGNOSTICO DE LA PROPIEDAD"**

I. **Diagnóstico de la Propiedad.**

1.1 **EMPRESA RURAL**

Nombre:

Límites: Area Total:

Norte:

Sur :

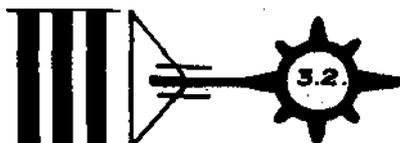
Este :

Oeste:

1.2 **USO ACTUAL DE LA TIERRA**

Cuadro No. 2

OCUPACION DE LA TIERRA	A R E A			PRODUCTIVIDAD MEDIA
	TOTAL UTILI ZADA	POR RECUPERAR Y/O CONSERVAR		
		UTILIZADA	NO UTILIZADA	
a. <u>Cultivos anuales</u>				
b. <u>Cultivos perma - nentes.</u>				
c. <u>Pasturas:</u>				
. <u>Especies nati- vas.</u>				
. <u>Especies intro ducidas.</u>				
d. <u>Reforestación:</u>				
. <u>Especies nati- vas.</u>				
. <u>Especies intro ducidas.</u>				
. <u>Bosques natura les.</u>				
e. <u>Otras áreas:</u>				
. <u>Tierras no uti lizadas.</u>				
. <u>Tierras no aprovechadas.</u>				
. <u>Tierras de ina talaciones.</u>				
T O T A L :				



Cód. D-1

1.3 INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

Cuadro No. 3

INSTALACIONES		Nº	MAQUINAS Y EQUIPOS	
1.			1.	
2.			2.	
3.			3.	
4.			4.	
5.			5.	
MANO DE OBRA			OTROS	
1.	Familiar		1.	
2.	Contratada		2.	
			3.	

1.4 ASPECTOS CRITICOS DE LA PROPIEDAD

- a. Distribución y uso de las tierras.
- b. Influencia de áreas vecinas.
- c. Cobertura forestal.
- d. Infraestructura.
- e. Sistema vial.
- f. Erosión hídrica, eólica, etc.
- g. Manejo del suelo agrícola.

b. Ficha Nº 2 : "DIAGNOSTICO DE LAS AREAS A CONSERVAR"

II. CROQUIS DE LA PROPIEDAD Y AREA A CONSERVAR

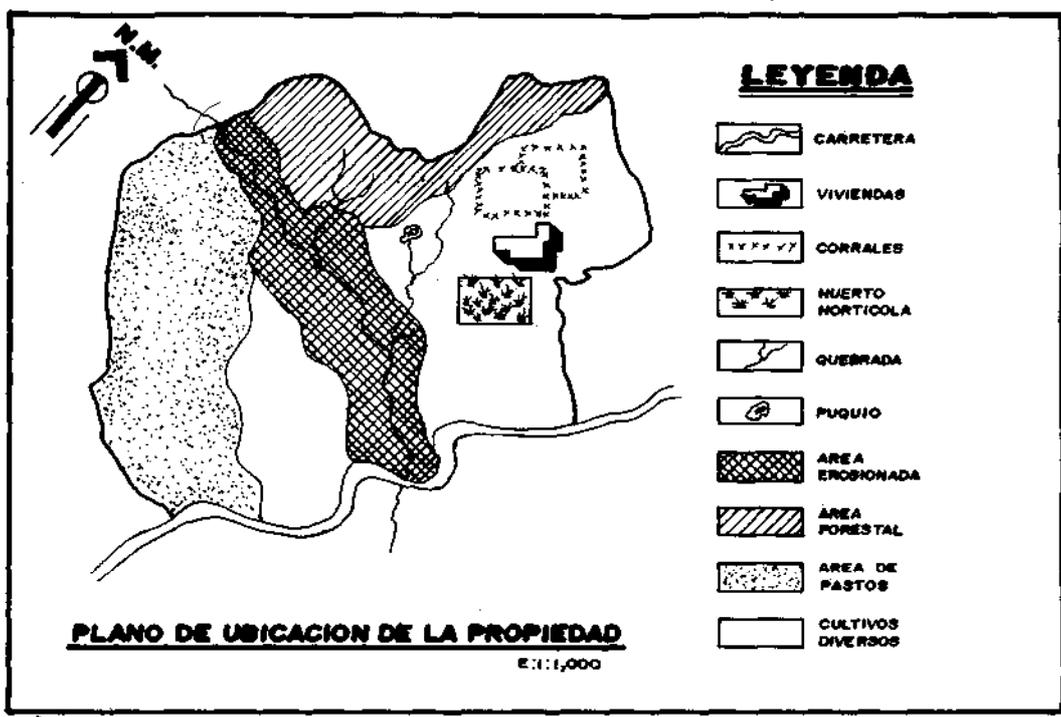


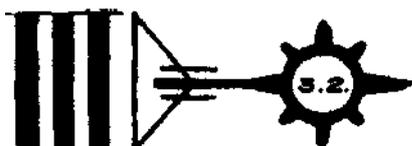
FIG. Nº 1

III. DIAGNOSTICO DEL AREA A CONSERVAR

3.1 PENDIENTE MEDIA

Cuadro No. 4

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	AREA	PENDIENTE MEDIA %	INTERPRETACION DE LA PROBLEMATICA



C6d. D-1

3.2 FERTILIDAD APARENTE

MUY ALTA ()	MEDIA ()	MUY BAJA ()
ALTA ()	BAJA ()	

3.3 PEDREGOSIDAD Y ROCAS

Cuadro No. 5

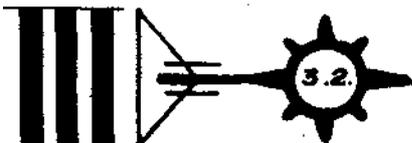
AREA	VIABILIDAD DE MECANIZACION	USO AGROPECUARIO
Piedras Rocas		

3.4 SUELOS

Cuadro No. 6

CLASIFICACION PEDOLOGICA

TEXTURA HORIZONTE	PROFUNDIDAD EFECTIVA	DRENAJE INTERNO
Arcillosa ()	Muy profundo ()	Excesiva ()
Mixta ()	Profundo ()	Buena ()
Arenosa ()	Moderadamente prof. ()	Moderada ()
	Superficial ()	Pobre ()
	Muy superficial ()	Muy pobre ()



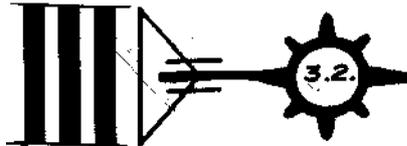
3.5) EROSION

Cuadro No. 7

EROSION LAMINAR		EROSION EN SURCOS.		CARCAVAS
TIPO	AREA	FRECUENCIA	PROFUNDIDAD	
1. No aparente		7. Ocasional		- Profundidad
2. Ligera	 %	
3. Moderada		8. Frecuente		- Extensión
4. Severa	 %	
5. Muy severa		9. Muy frecuente.		- Largo
6. Extremadamente severa	 %	

3.6) PRECIPITACION PLUVIOMETRICA

TOTAL ANUAL	mm	MESES CRITICOS
MEDIA MENSUAL	mm/.....



Cód. 0-1

c. Ficha Nº 3 : "PLAN TECNICO CONSERVACIONISTA"

IV. PLAN TECNICO CONSERVACIONISTA

4.1) PROPOSICION DE USO DE LAS TIERRAS (CLASES DE CAPACIDAD DE USO/MANEJO).

4.2) CRONOGRAMA Y RESPONSABILIDADES DE EJECUCION

Cuadro Nº 8

PRACTICAS DE CONSERVACION	EJECUTOR	ESTUD.	EPOCA DE EJECUCION	UNDADES				PREC. UNIT.	TOTAL
				Ha.	Km.	Nº	MO		
ACEQUIAS DE INFILTRACION	SE.S.A.	MAY-AB. 1985	JUN-NOV. 1985	-	5.8	-			
MONTO TOTAL:									

4.3) RECOMENDACIONES TECNICAS

- a. Implantación de prácticas conservacionistas (mecáni co-estructurales).
- b. Restauración de bosques; forestación o reforesta - ción.
- c. Manejo de suelo : prácticas bioculturales.
- d. Mantenimiento de las obras.
- e. Manejo y operación de implementos agrícolas.
- f. Otras recomendaciones.

Elaborado por: Fecha:

3.2.

Cód. D-1

F PARAMETROS DE CLASIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO

Solamente como referencia, se presentan estos parámetros los que deben ser revisados y adaptados a la particular problemática, y a la clasificación que se utilice.

Cuadro No. 9

CLASES DE PENDIENTE Y TOPOGRAFIA			
CLASES DE PENDIENTE POR TEXTURA			TOPOGRAFIA
ARENOSA %	LIMOSA %	ARCILLOSA %	
0 - 1	0 - 2	0 - 3	Plano
1 - 4	2 - 6	3 - 8	Suave ondulado
4 - 8	6 - 12	8 - 16	Ondulado
8 - 15	12 - 20	16 - 30	Accidentada
15 - 30	20 - 40	30 - 45	Escarpado
	+ 40	+ 45	Montañoso

Cuadro No. 10

PROFUNDIDAD EFECTIVA	
CLASES DE PROFUNDIDAD EFECTIVA	PROFUNDIDAD DEL PERFIL (cm)
Muy profundo	+ 200 cm
Profundo	100 - 200 cm
Moderadamente profundo	50 - 100 cm
Superficial	50 - 100 cm
Muy superficial	25 - 50 cm

3.2.

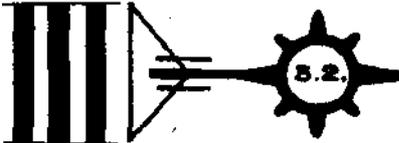
E66. 0-1

Cuadro No. 11

CLASES DE EROSION LAMINAR	
CLASES	ESPELURA DE HORIZONTE SUPERFICIAL (cm)
No aparente	25
Ligera	25 - 15
Moderada	15 - 5
Severa	Horizonte B expuesto
Muy severa	Horizonte B severamente erosionado
Extremadamente severa	Horizonte B severamente expuesto y afloramientos ocasionales del "G".

Cuadro No. 12

FRECUENCIA DE EROSION EN SURCOS	
CLASES	DISTANCIA ENTRE SURCOS (mts)
Ocasional	Más de 30
Frecuente	Menos de 30, ocupando menos de 75% del área.
Muy frecuente	Menos de 30, ocupando más del 70% del área.



Cód. 0-1

Cuadro No. 13

PROFUNDIDAD DE EROSION EN SURCOS	
CLASES	PROFUNDIDAD
Superficial	Daños reparables del suelo.
Profundo	Pueden ser reparados por las máquinas.
Muy profundo	No pueden ser cruzados por máquinas.

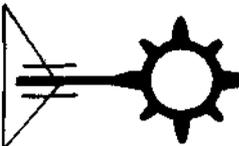
Cuadro No. 14

PERIODOS DE INUNDACION			
PERIODO DE OCURRENCIA		DURACION DE INUNDACIONES	
Ocasional	5 años	Corta	2 días
Frecuente	1 a 5 años	Media	2 a 30 días
Muy frecuente	Anual	Larga	Más de 30 días



El Proyecto Silvo Agropecuario y la Universidad Nacional de Cajamarca realizan una serie de actividades de asistencia técnica, siendo las más importantes las siguientes:

- Asesoramiento a instituciones públicas y privadas para la realización de estudios de evaluación.
- Asesoramiento para realización de diagnósticos de fertilidad, mediante análisis de suelos a nivel de agricultores y recomendación de programas de abonamiento.
- Asesoramiento en las prácticas de conservación y manejo de suelos que se describen más adelante.
- Realización de análisis físicos, en relación al agua en el suelo, como base para programas de riego.
- Indicaciones y recomendaciones para el uso de bacterias nitrificantes (abono biológico) y hongos micorrízicos,
- Indicaciones y recomendaciones para la elaboración y uso de compost, bioabono, etc.
- Realización de actividades y demostraciones de campo, de actividades de manejo y fertilización.

IV  **EL SUELO: CONOCIMIENTOS BASICOS** 22

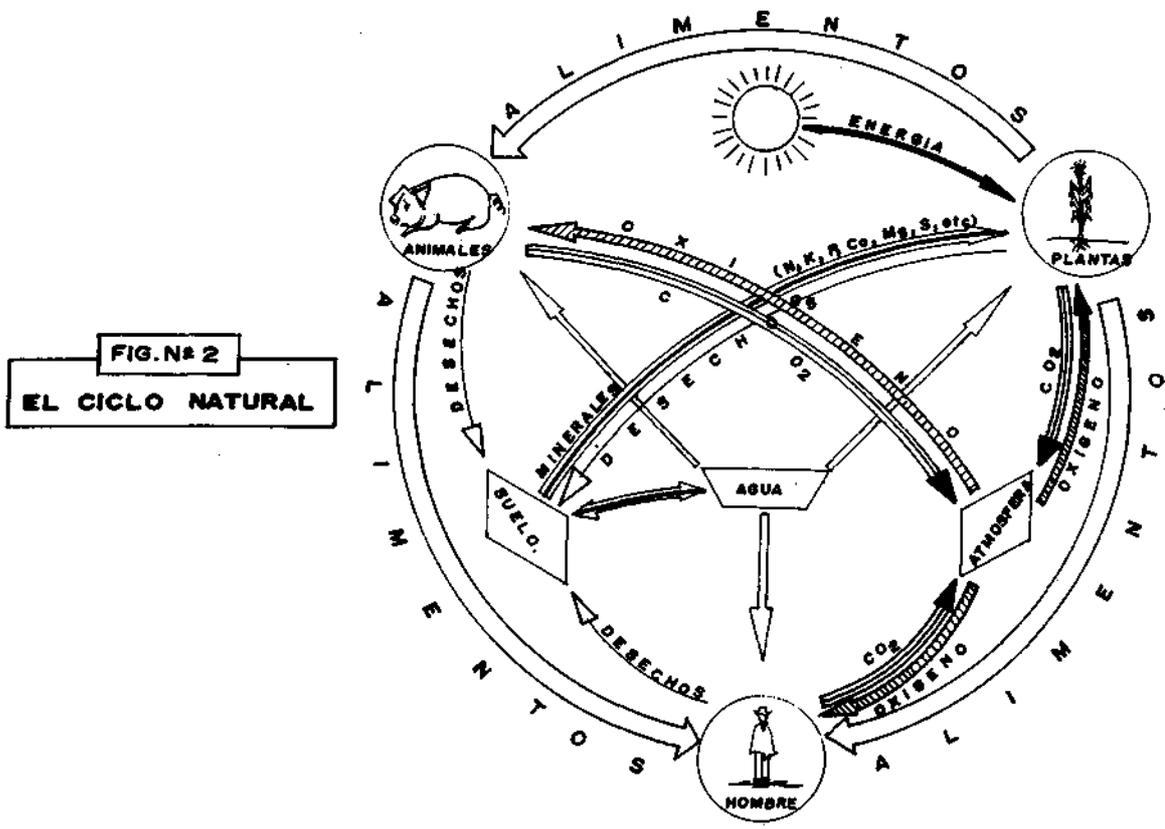
C6d. D-1

4.1. RELACION ENTRE EL SUELO Y LA PRODUCCION DE PLANTAS

Siendo la agronomía (ciencia de la agricultura) la ciencia y técnica del aprovechamiento del suelo por las plantas, el conocimiento del **suelo** debe constituir el punto de partida de los estudios agronómicos.

Los cultivos constituyen las "fábricas" primarias de la agricultura; éstos mediante sus hojas toman el anhídrido carbónico (CO₂) presente en la atmósfera; a través de sus raíces absorben humedad y elementos nutritivos presentes en el suelo; todo ello, conjuntamente con la energía solar, permite que las plantas elaboren semillas, frutos, fibras, aceites, azúcares, etc. que el hombre utiliza para su alimentación y bienestar.

Los animales constituyen las "fábricas" secundarias de la agricultura, porque dependen de las plantas para su alimentación y transforman las materias vegetales en productos útiles al hombre, tales como: lana, carne, cueros, leche, huevos, etc.





A. FUNCIONES DE LAS PLANTAS

Existen funciones vitales de las plantas tales como:

a) Respiración

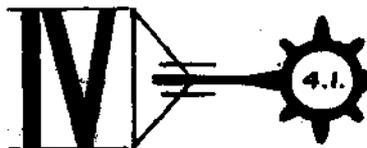
En los seres vivientes es un fenómeno general de oxidación, al cual están sometidas las plantas día y noche y por la que absorben oxígeno (O) y expelen gas carbónico (CO_2).

Todas las partes de la planta respiran; la intensidad respiratoria se mide por la cantidad de CO_2 arrojado y por la de oxígeno absorbido. Variando en función de la luz, la edad, la temperatura y la especie vegetal, la respiración alcanza un máximo en el momento de la germinación, de la eclosión de las yemas y de la floración.

Las soluciones muy diluidas que absorben las plantas contienen grandes cantidades de agua, que ellas arrojan en parte por las aberturas de las hojas llamadas estomas, en forma de vapor de agua; pero las hojas en razón de su inmensa superficie son los órganos principales de la transpiración, que es más intensa cuando el aire está más caliente, más seco y más agitado.

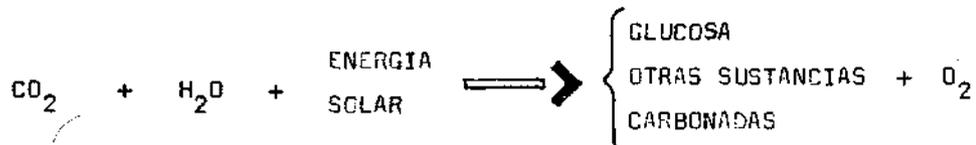
b) La fotosíntesis

Es el proceso por el cual la planta absorba el dióxido de carbono (CO_2), a través de los estomas, fija el carbono y libera el oxígeno; éste proceso es debido a la presencia de una sustancia llamada clorofila, que da a las plantas su color verde característico; esta sustancia está localizada en los cloroplastos, que son pequeños granos verdes, numerosos, lenticulares que se encuentran en las células de las hojas, mezclados con granos de almidón. La clorofila capta energía solar, que se utiliza en la síntesis de compuestos orgánicos en la planta, a base del dióxido de carbono, agua y elementos minerales que absorbe la planta por las raíces (y las hojas).

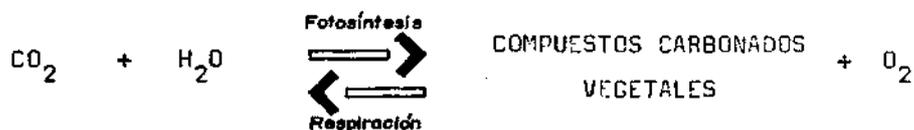


Cód. D-1

La reacción base de la función fotosintética es:



La relación inversa existente entre la fotosíntesis y la respiración es:



FISIOLOGIA VEGETAL

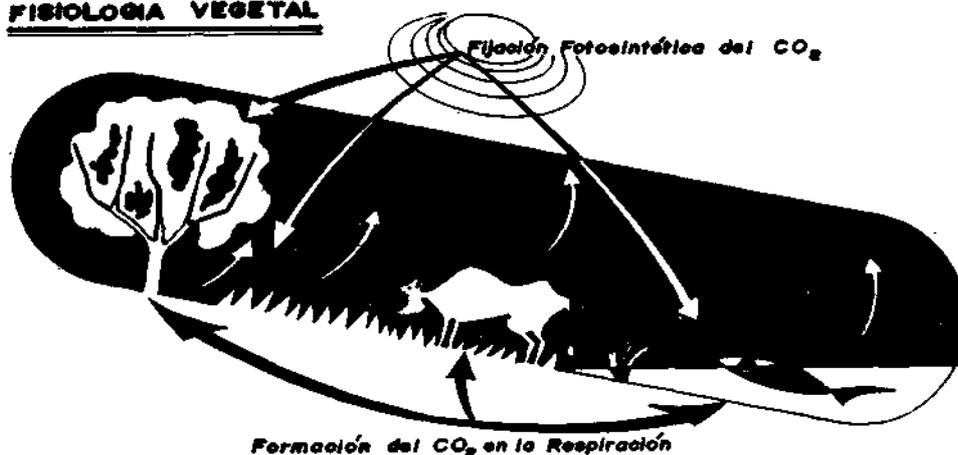


FIG. Nº 3

El Anhidrido Carbónico, transformado fotosintéticamente por los vegetales, vuelve en definitiva a la atmósfera mediante los procesos respiratorios de animales, plantas y microorganismos.

Todos los materiales orgánicos fabricados por los organismos vivos, vegetales o animales, son compuestos de estos tres elementos de base: C, H y O tomados por la planta del CO_2 (anhidrido carbónico) del aire y del agua del suelo (nutrición mineral).

c) Nutrición mineral

A estos elementos se juntan otros, tomados del suelo bajo la forma de sales minerales, como el nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, azufre, etc., para la síntesis de proteínas o materias nitrogenadas, de los cuerpos grasos y de otras sustancias orgánicas que se encuentran en las plantas.

Las plantas pueden desarrollarse sobre un medio exclusivamente mineral, a partir del cual ellas elaboran materia orgánica; a este proceso se le denomina la nutrición mineral, siendo el suelo el medio que le sirve a la planta como soporte y abastecedor para satisfacer sus necesidades alimentarias y fisiológicas; además, en él se realiza una compleja actividad de microorganismos útiles que influyen significativamente en el desarrollo de los cultivos; podemos mencionar por ejemplo la asociación de microorganismos con las raíces de las plantas (simbiosis), con la finalidad de que ambos puedan satisfacer sus necesidades alimenticias (Rhyzobium, micorrizas, etc.).

En la agricultura científica, el hombre aplica su ingenio para aumentar su control sobre todos los factores que afectan el crecimiento de las plantas, por ejemplo podemos citar la introducción de prácticas adecuadas de manejo, riegos, drenajes, biofertilizantes, cultivo de plantas resistentes a problemas fitosanitarios, etc.

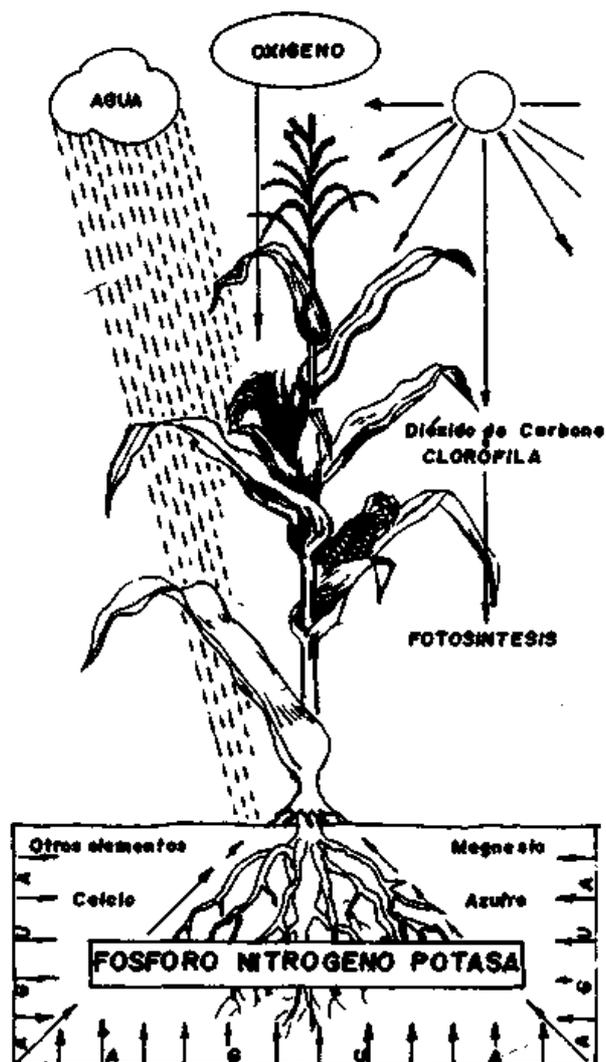


FIG. 2.4 FUNCIONES VITALES DE LAS PLANTAS

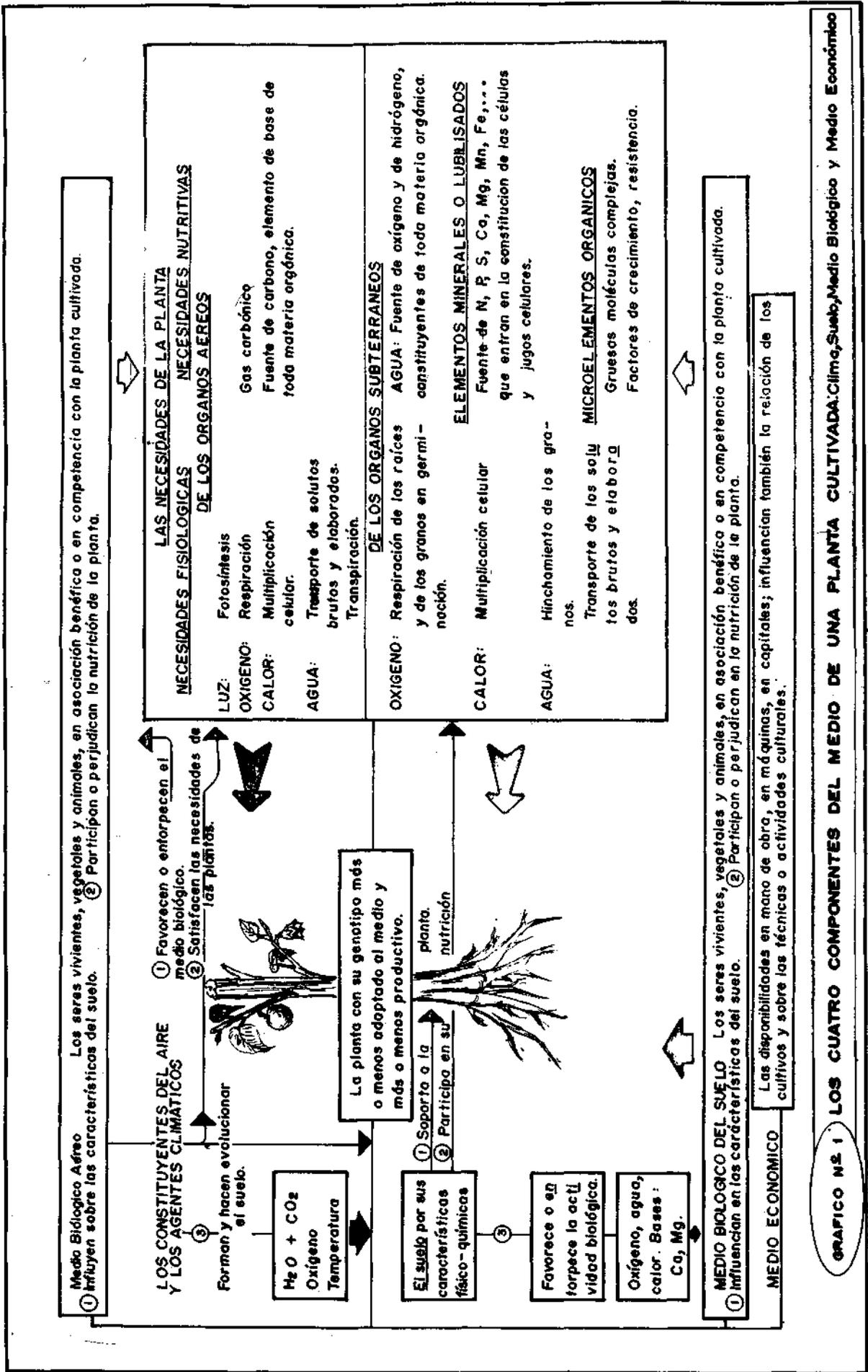
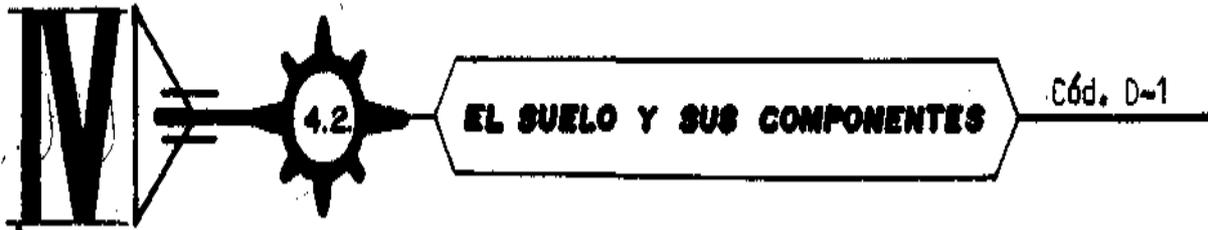


GRAFICO N.º 1

LOS CUATRO COMPONENTES DEL MEDIO DE UNA PLANTA CULTIVADA: Clima, Suelo, Medio Biológico y Medio Económico



A) CONCEPTO DEL SUELO

El término suelo deriva del latín solum que significa piso o terreno. Muchas personas, cuando se refieren al suelo, tienen en mente el material que nutre y sostiene a las plantas en desarrollo; pero este significado es aún, general, ya que se debe incluir no solamente el suelo en el sentido común, sino también a las rocas, el agua, la materia orgánica y formas vivientes, y aún el aire, materiales y sustancias que intervienen directa o indirectamente en el sostenimiento de la vida de las plantas.

El suelo es el medio natural para el crecimiento de las plantas terrestres, el mismo que se ha originado de un proceso genético (formación de horizontes).

Sus características en cualquier sitio son el resultado de la influencia de múltiples factores que están íntimamente correlacionados, tales como la materia viva sobre el material rocoso originario, las condiciones ecológicas de la zona (clima, vegetación, etc.), la fisiografía del terreno, al tiempo y el uso del suelo por el hombre.

B) LOS CONSTITUYENTES DEL SUELO

Los suelos constan de 2 grandes componentes que se encuentran en diferentes proporciones según su tipo. Ellos son:

a) Constituyentes sólidos

a.1) Constituyentes minerales

- Deshechos de rocas o gravas: granos superiores a 2 mm, generalmente de poca importancia en el suelo.
- Fracción arenosa: granos de 2 mm a 50 μ (micras), granos de minerales, sobre todo cuarzo, a veces minerales alterables por la fracción arenosa; juega un rol importante en las propiedades físicas del suelo.

- Fracción de loess o fracción de arena fina: granos de 50 a 20, es la fracción característica de los buenos suelos limosos; en ellos la economía en agua y en aire es ideal.
- Fracción limosa: granos de 20 a 2 ; fracción importante de suelos limosos, arcillosos, aluviales.
- Fracción arcillosa: granos inferiores a 2; es la fracción característica de suelos arcillosos pesados.
- Las propiedades químicas del suelo están muy influenciadas por la naturaleza de la fracción arcillosa.
- Componente calcáreo (CaCO_3); el agricultor debe mantener un mínimo de calcio en las tierras cultivadas, mediante encalados.
- Óxidos de hierro; estos óxidos son un componente durante la formación de los agregados. En climas cálidos, ellos pueden formar concreciones de diferentes tamaños.

a.2) Constituyentes orgánicos

Están conformados sobre todo por los residuos vegetales que, transformados en humus, vienen a ser los que determinan las propiedades biológicas del suelo; son igualmente de gran importancia para las propiedades físicas y químicas.

b) Constituyentes líquidos y gaseosos

Las partículas sólidas del suelo tienen entre ellas espacios vacíos (porosidad o poros) que se llenan de agua o de aire, o de una mezcla de los dos. En general los poros grandes están llenos de aire, mientras que los pequeños contienen agua.

b.1) Agua del suelo

Es el agua de lluvia o proveniente del riego, que es retenida por la red capilar que atraviesa el suelo; contiene en

solución elementos minerales y orgánicos en cantidades variables.

b.2 Aire del suelo

El aire del suelo se diferencia del aire de la atmósfera por un contenido más elevado en gas carbónico, un contenido ligeramente más débil en nitrógeno y en oxígeno y una saturación más o menos grande de vapor de agua.

La composición del aire del suelo, y sobre todo su tenor en O₂ (oxígeno) es variable y está influenciada por la actividad microbiológica del suelo, por la descomposición de los residuos vegetales y por la actividad del sistema radicular de las plantas.

El conjunto de estos factores nos dará una idea de la potencialidad práctica de los suelos.

Un suelo en las mejores condiciones para al cultivo de vegetales contiene:

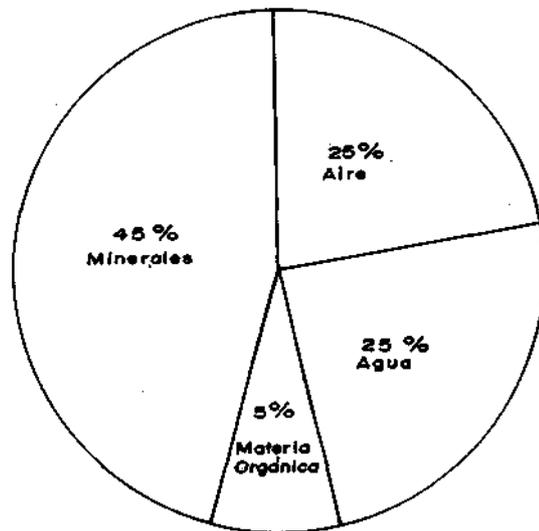


GRAFICO N° 2

Como se puede suponer, la composición de los subsuelos es bastante diferente de la anterior. Comparados con el suelo superficial, los subsuelos son más bajos en contenido orgánico y tienen la tendencia a ser más compactos, así como a contener mayor porcentaje de poros pequeños. Esto conduce a que posean un tanto por ciento mayor de minerales y agua y un contenido considerablemente menor de materia orgánica y aire.

4.3 ESTADOS DE FORMACIÓN DEL SUELO

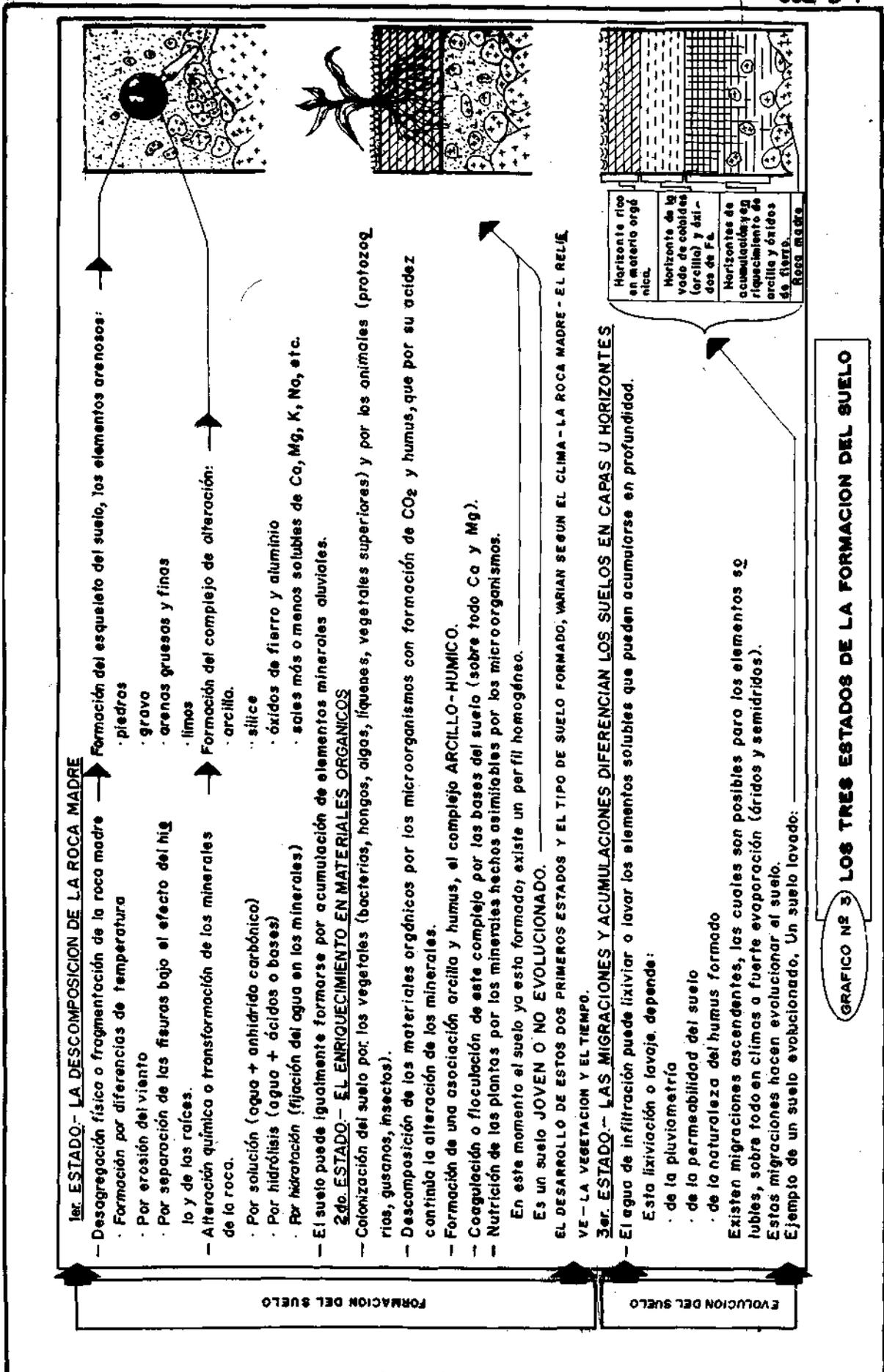
- Al examinar un corte vertical del suelo (hasta unos 200 cm), se observa que hay diferencias entre materiales superiores e inferiores. Esto se debe a que la parte superior, en contacto con la atmósfera, está sujeta a la acción transformadora del agua, el viento y cambios de temperatura. Es la parte del suelo que contiene más materia orgánica (M.O) y donde se desarrolla el mayor número de raíces de las plantas.
- De las observaciones de campo se infiere que sobre el lecho rocoso se encuentran materiales no consolidados, formando capas filtrantes que se denominan "regolita" y que pueden ser muy delgadas o de considerable espesor.
- La regolita puede estar formada por materiales desintegrados de las rocas subyacentes o de productos transportados principalmente por la acción del agua y del viento y depositados sobre un determinado lecho rocoso. Este es un primer criterio para diferenciar la formación entre suelos sedentarios y suelos transportados.
- El científico considera al suelo como "cuerpo natural" que posee tanto profundidad como extensión; es decir que su carácter es tridimensional. Juzga que es un producto de la naturaleza, resultante tanto de fuerzas destructivas como constructivas, y también lo conceptúa como "habitat" para el desarrollo de las plantas.

Si se considera el suelo a partir de un substrato universal como son las rocas, con la participación de los factores: clima, material madre, tiempo, relieve, vegetación y organismos en general, etc., se pueden visualizar varias etapas en su proceso de formación.

- a) Debido a las acciones físicas o mecánicas, la intemperización de las rocas produce un desmenuzamiento o una dispersión del material original (1).
- b) Como consecuencia de esta subdivisión del material de donde proceden los suelos, se favorecen transformaciones químicas ulteriores más acentuadas. Contribuyen los organismos del suelo mediante los productos que elaboran: se originan descomposiciones, pérdidas de sustancias y formación de compuestos con dispersión molecular o coloidal.
- c) Los productos así formados pueden reaccionar entre sí y formar nuevos minerales; pueden también producirse nuevas formas de materia orgánica con mayor poder de absorción y capacidad amortiguadora. Esta es la etapa más importante en el desarrollo del suelo.
- d) Posteriormente, estos productos pueden a su vez alterarse ya que el suelo se destruye y pasa a formar otro tipo diferente, con capacidad de regeneración si las condiciones vuelven a ser las iniciales.

Esquemáticamente estas etapas se presentan en el gráfico N° 3.

(1) Consultar capítulo VII del presente Manual.





A medida que el material de origen se moldea dentro de un suelo, por los medios físicos y bioquímicos descritos antes, se desarrollan estratos más o menos definidos; sobre todo si el drenaje es adecuado, Esta disposición en capas es particularmente observable cerca de la superficie del suelo, donde los agentes climáticos son más intensos y existe una oportunidad para la acumulación de la materia orgánica.

Un corte transversal a través de los diferentes horizontes, desde la superficie hasta llegar al material menos edafizado, constituye el perfil: la textura, espesor, color, naturaleza química y sucesión de los diferentes horizontes caracterizan un suelo y determinan su valor agrícola. El estudio del perfil es de primordial importancia.

A) LOS HORIZONTES DEL SUELO

Se define horizonte, a una capa de suelo, aproximadamente paralela a la superficie, presentando propiedades que resultan de procesos pedogenéticos y que difieren de aquellas capas vecinas.

Un horizonte de suelo se diferencia generalmente de los horizontes adyacentes (al menos en parte) por las características observables y medibles sobre el terreno, como son el color, la estructura, la textura, la consistencia, la presencia o ausencia de carbonatos.

En el siguiente cuadro se presentan los sistemas de simbologías empleados para identificar los horizontes de los suelos agrícolas.

La más utilizada actualmente es la denominada Taxonomía de Suelos (1975).

**SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LA IDENTIFICACION
DE LOS HORIZONTES DEL SUELO.**

Cuadro N° 15

SISTEMAS DE SIMBOLOGIAS HORIZONTES	MANUAL DE CARTOGRAFIA SUELOS -1951-	TAXONOMIA DE SUELOS - 1975 -
HORIZONTES ORGANICOS	A _{oo}	O ₁
	A _o	O ₂
HORIZONTES FLUVIALES	A ₁	A ₁
	A ₂	A ₂
	A ₃	A ₃
HORIZONTES FLUVIALES	B ₁	B ₁
	B ₂	B ₂
	B ₃	B ₃
MATERIAL MADRE ALTERADO	C ₁	C
MATERIAL MADRE	C ₂	
ROCA MADRE	D	R

Los horizontes son clasificados de la siguiente manera:

B) HORIZONTES MAYORES

a) Horizontes orgánicos

Estos horizontes son identificados de la siguiente manera, de la superficie hacia abajo:

0 Horizontes orgánicos, de suelos minerales.

O1 Horizonte orgánico en el cual la forma original de la mayor parte de materiales orgánicos es esencialmente reconocible a simple vista.

Corresponde a los horizontes Aoo

O2 Horizonte orgánico en el cual la forma original de la mayor parte, de materiales orgánicos no puede ser reconocido a simple vista.

C) HORIZONTES MINERALES

Estos horizontes son identificados de la siguiente manera:

- A₁** Horizonte mineral formado o formándose en la superficie o cerca de la superficie del suelo, donde el hecho importante es una acumulación de materiales orgánicos humificados, íntimamente asociados a la fracción mineral.
- A₂** Horizonte mineral donde el hecho remarcable es un empobrecimiento en arcilla, fierro o aluminio, con una acumulación relativa de cuarzo u otros minerales resistentes en la fracción arenosa o limosa.
- A₃** Horizonte de transición entre A y B ó C, en el cual dominan las propiedades características de un horizonte A₁ ó A₂, pero que presenta igualmente ciertas propiedades secundarias de un B ó C subyacente.
- AB** Horizonte de transición entre A y B, presentando una parte superior donde dominan las características del horizonte A y una parte inferior donde dominan las propiedades del horizonte B; las dos partes no pueden ser lógicamente separados en A₃ y B₁.
- AC** Horizonte de transición entre A y C, presentando las propiedades secundarias de A y C sin que exista dominancia de las propiedades de A ó de C.
- B₁** Horizonte de transición entre B y A₁, ó A₂, en la cual dominan

las propiedades del B2 subyacente, pero que presenta algunos caracteres secundarios del A1 ó A2.

- B2** Parte del horizonte B, donde se observa las propiedades sobre las cuales el B está basado, sin que aparezcan claramente los caracteres secundarios indicando una transición hacia los horizontes vecinos A, C ó R.
- B3** Horizonte de transición entre B y C ó R, en la cual las propiedades de diagnóstico del B2 son netamente expresados, pero asociados con los caracteres bien desarrollados del horizonte C ó R.
- C)** Capa u horizonte mineral con la exclusión de toda roca coherente (idéntico o no al material a partir del que el suelo se presume es formado) relativamente poco afectado por los procesos pedogenéticos y sin los caracteres distintivos de A ó B.
- R)** Roca coherente subyacente como el granito, el calcáreo. El símbolo R es empleado sólo si esta roca se presume sea la roca madre, a partir de la cual la capa o el horizonte que la recubre se ha formado; en caso contrario, R es precedido de una cifra romana indicando una discontinuidad litológica.
- B)** Horizonte genético enterrado.

Ab, Bd.

Existen además símbolos empleados para representar los modos de evolución secundarios, en relación a aquellos indicados por las mayúsculas, que no se consideran en el presente manual.

4.5 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Un suelo mineral es físicamente una mezcla porosa de partículas inorgánicas, de materia orgánica en proceso de descomposición, aire y agua. En algunos casos predominan las partículas minerales grandes, dando lugar a un suelo gravoso o a un suelo arenoso. En otros casos, los coloi-

des minerales prevalecen y dan al suelo una característica arcillosa. Además de estos casos generales, se encuentran en el campo toda clase de combinaciones y gradaciones entre estos extremos, dando lugar a diferentes clases de propiedades físicas en cada suelo.

A. TEXTURA

La textura del suelo (composición granulométrica) se refiere a la proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales agrupados según su tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones de arcilla, limo y arena, de menos de 2 mm de tamaño (fracciones granulométricas).

La presencia, de partículas gruesas, de mayor tamaño que las de arena muy gruesa (o sea de más de 2 mm) y menores de 25 cm, modifican los nombres de las clases texturales, como franco arenoso guijarroso y franco gravoso.

La textura de un horizonte es una característica permanente de él, puesto que por lo general no sufre ninguna modificación; la textura de un suelo se define por la granulometría.

a) Fracciones granulométricas

Las fracciones granulométricas son grupos bien delimitados de partículas minerales. Habitualmente el término de "fracciones" es utilizado para los grupos con diámetro menor a 2 mm, que constituyen la tierra fina.

Existen varios sistemas para clasificar los límites de las fracciones granulométricas (Cuad. N°16). Como regla general, las fracciones más finas son las más interesantes porque ellas tienen más reactividad. Su superficie externa (e interna para ciertas arcillas del tipo 2 : 1) es muy grande y es la base de los fenómenos de intercambio y de otras reacciones.

Estas propiedades de superficie pueden presentar ventajas y

Cuadro N° 16 **CLASIFICACION DE LAS FRACCIONES GRANULOMETRICAS (TIERRA FINA)(1)**

ESCALA INTERNACIONAL (ISSS, 1926)		ESCALA DEL U. S. D. A. (1938)	
GUIJARROS	: 20 - 2 mm	GRAVA FINA	: 1/2 PULO. a 2 mm
ARENA GRUESA	: 2 - 0.2 mm	ARENA MUY GRUESA	: 2 - 1 mm
ARENA FINA	: 0.2 - 0.02 mm	ARENA GRUESA	: 1 - 0.6 mm
LIMO	: 0.02 - 0.002 mm	ARENA INTERMEDIA	: 0.6 - 0.25 mm
ARCILLA	: < 0.002 mm	ARENA FINA	: 0.25 - 0.10 mm
		ARENA MUY FINA	: 0.10 - 0.05 mm
		LIMO	: 0.05 - 0.02 mm
		ARCILLA	: < 0.002 mm
ALEMANIA (1960)		U. R. S. S.	
ARENA GRUESA	: 2.0 - 0.6 mm	ARENA GRUESA	: 5.0 - 1.0 mm
ARENA INTERMEDIA	: 0.6 - 0.2 mm	ARENA INTERMEDIA	: 1.0 - 0.25 mm
ARENA FINA	: 0.2 - 0.06 mm	ARENA FINA	: 0.25 - 0.06 mm
LIMO	: 0.06 - 0.002 mm	LIMO	: 0.05 - 0.001 mm
ARCILLA	: < 0.002 mm	ARCILLA	: < 0.001 mm

NOTA.- 0.001 mm = 1 micra (símbolo μ — Milésima parte del metro)

(1) La más usada actualmente es la escala del U.S.D.A. (1938)

desventajas desde el punto de vista agrícola. Así, las arcillas son sujetas a fenómenos de contracción e hinchamiento; los poros son pequeños y la conductividad hidráulica puede ser reducida.

Ellas exigen más calcio para cambiar la reacción del suelo, y la labor es más difícil.

Eventualmente pueden formarse "pseudopartículas" o "pseudofracciones" por cimentación de partículas reales. Ejemplo: ciertos suelos tropicales muy arcillosos contienen "pseudoarenas", constituidas de partículas de arcilla y de limo, que son cimentadas por sesquióxidos en partículas que tienen la dimensión de una de arena.

Los minerales predominantes son:

- En las fracciones arena y limo: cuarzo, feldespatos, micas, pyroxenos, anfíboles, zircón, granate, apatita.
- En la fracción arcilla: minerales arcillosos, óxidos e hidróxidos, productos de alteración.

b). Clases texturales

Las muestras de suelo, casi nunca están constituidas totalmente de un solo tipo de partícula. Las clases de textura del suelo se basan en combinaciones diferentes de arena, limo y arcilla.

Una clase textural es un agrupamiento an base a la proporción de las fracciones (distribución granulométrica).

c) Agrupación general de las clases texturales

La necesidad de pequeñas distinciones en la textura de los horizontes del suelo ha traído como resultado un gran número de clases texturales. A menudo resulta conveniente hablar en términos generales acerca de un grupo amplio de clases texturales.

A continuación se da un esbozo de términos generales aceptables, divididos en tres y en cinco clases texturales básicas.

IV



4.2

Cód. D-1

	<u>TERMINOS GENERALES</u>	<u>NOMBRE DE LAS CLASES TEXTURALES BASICAS DEL SUELO</u>
SUELOS ARENOSOS	Suelos de textura gruesa	Arenas Arenas francas
SUELOS FRANCOS	Suelos de textura moderadamente gruesa.	Franco arenoso Franco arenoso fino.
	Suelos de textura media	Franco arenoso muy fino Franco Franco limoso Limo
	Suelos de textura moderadamente fina	Franco arcilloso Franco arcilloso arenoso Franco arcilloso limoso
SUELOS ARCILLOSOS	Suelos de textura fina	Arcilloso arenoso Arcilloso limoso Arcilla

d. Determinación de la Clase Textural

d1. Método de campo o determinación textural al tacto

Consiste en una apreciación individual que requiere de práctica y de experiencia (un buen contenido de materia orgánica puede inducir a error).

El método consiste en el frotamiento de una muestra de suelo húmedo entre el pulgar y los otros dedos. Las partículas de arcillas presentan plasticidad y pegajosidad.

Las partículas de arena son ásperas el limo es suave y

aterciopelado (semejante a harina o talco) y sólo moderada mente plástico y pegajoso (1).

d.2 Métodos de laboratorio

1 Método por tamizado

Se emplea para partículas gruesas.

Este método consiste en el empleo de un juego de tamices para la separación de partículas y está limitado al grupo de las arenas (más de 0.05 mm de diámetro o sea 50 micras). Muy usado para realizar análisis mineralógicos (investigación).

d.3 Métodos de investigación por sedimentación

1) Método internacional o de la pipeta

Consiste en la determinación de una fracción fina del suelo (generalmente arcilla), que se encuentra en una columna de suspensión de suelos, la que está sometida a procesos de sedimentación, considerando un tiempo y profundidades dados; por ejemplo, para determinar la fracción de arcilla, puede tomarse una muestra de suspensión de 10 cm de profundidad a partir de la superficie y después de 8 horas de sedimentación. El muestreo se realiza por medio de una pipeta introducida cuidadosamente en la suspensión; la concentración hallada, expresada como porcentaje de la concentración original, da el porcentaje de arcilla; es decir, de material que tiene una velocidad de sedimentación menor de 10 cm en 8 horas.

2) Métodos de hidrómetro o de bouyoucos

Es un procedimiento de sedimentación, en la cual la densidad de suspensión es medida por un hidrómetro, a dife-

1) Sobre características de las arcillas, consultar el Manual G-1, "Artesanía en Cerámica"

rentes tiempos, de acuerdo con la velocidad de caída de las partículas de las fracciones del suelo, en relación con su diámetro.

e. Representación gráfica de los resultados del análisis granulométrico

La finalidad del análisis granulométrico, es definir la clase textural del suelo; es decir, la repartición de los granos minerales del suelo en función de su diámetro. Esta noción es muy importante porque ella es la base de la apreciación del valor agrícola de las tierras.

Como todo análisis granulométrico, da para cada muestra al menos cinco resultados, que comprende el tenor en arcilla, limo y arena; se concluye que es muy difícil comparar entre las clases texturales de decenas de suelos. Para facilitar las comparaciones necesarias se ha propuesto un grupo de representación.

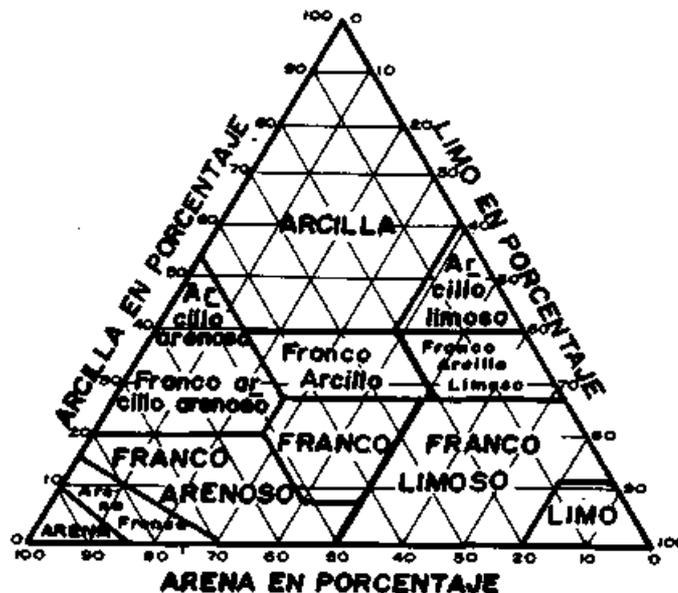


FIG. N° 5

TRIANGULO TEXTURAL

e.1 El diagrama del triángulo textural

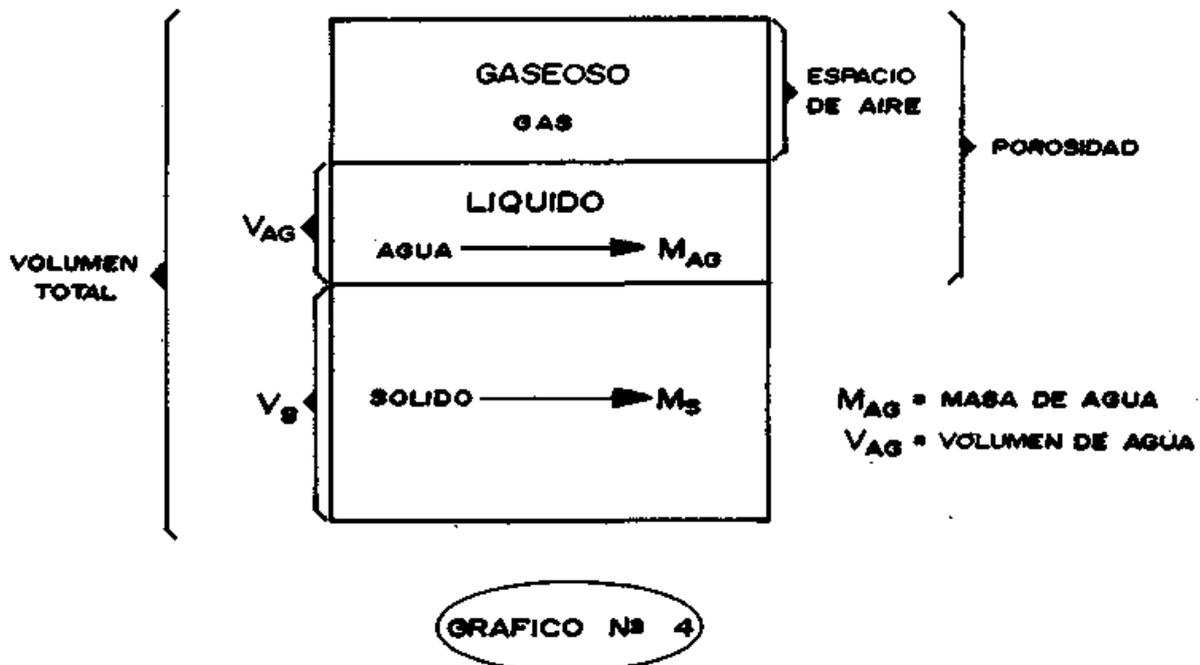
Normalmente, la composición granulométrica es representada por su contenido en fracciones principales (arcilla, limo y arena), en un diagrama triangular. Un ejemplo de estos diagramas es el de USDA

De esta forma, un suelo está representado por un solo punto en el triángulo, lo que hace posible la comparación de numerosas determinaciones.

B PROPIEDADES EN RELACIÓN CON LA ESTRUCTURA DEL SUELO

a) Peso específico de los suelos minerales

El peso del suelo es expresado en términos de la densidad de las partículas sólidas que forman el suelo, y esta densidad es definida como la masa o peso de los sólidos del suelo por unidad de volumen. También se le llama densidad de los sólidos y está expresada por la siguiente relación.



La figura nos muestra un diagrama esquemático de los componentes físicos del suelo: sólido, líquido y gaseoso.

El peso específico está dado por la siguiente relación:

$$P_s = \frac{M_s}{V_s} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

Donde: Ms : masa de los sólidos (gr)

Vs : volumen de los sólidos (cm)

Ms corresponde a la masa de suelo seca al horno a una temperatura de 105°C durante 24 horas.

La densidad de los sólidos (Ps) tiene un valor promedio de 2.65 gr/cm para la mayoría de los suelos minerales.

Densidad aparente (Pa)

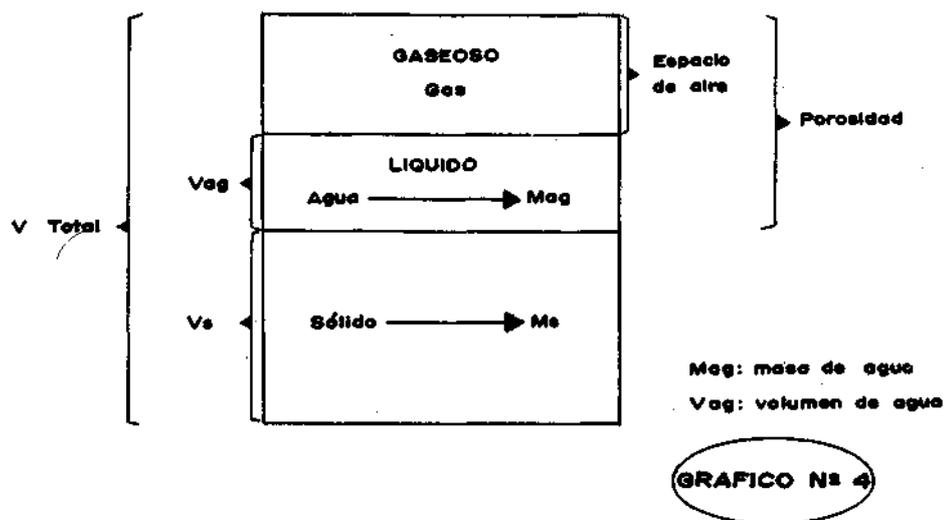
La densidad aparente es definida por la siguiente relación:

$$P_a = \frac{M_s}{V_{total}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

Ms corresponde a la masa seca al horno de una muestra de suelo.

V_{total} = volumen total del suelo, total

Medida de la densidad aparente.



Medida de la densidad aparente.

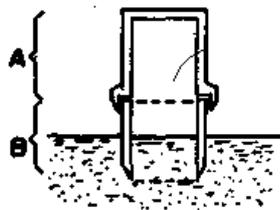
La densidad de un suelo se halla en relación inversa con su porosidad, aumentando a medida que se comprime, así un mismo volumen tiene más peso del suelo.

La densidad aparente aumenta más o menos regularmente con la profundidad lo cual es debido a la compresión producida por los horizontes y también a la menor granulación. El cultivo aumenta también la Pa, a causa del descenso que produce en el porcentaje de materia orgánica, lo cual trae consigo la disminución del número de gránulos.

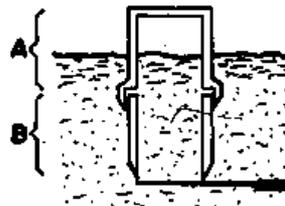
Estos datos son de gran valor para el estudio de los suelos desde el punto de vista agrícola.

Es muy importante disponer de valores de la densidad aparente por sus múltiples aplicaciones desde el punto de vista agrícola, por ejemplo:

- Para transformar los porcentajes de humedad de un suelo en términos de láminas de agua.
- Para calcular los porcentajes de porosidad y espacio aéreo, conociendo la densidad de partículas.
- Para estimar el estado de compactación del suelo.



1.- Sin comprimir el suelo o medir, introducir un cilindro métrico (B) de volumen conocido: $V \text{ cm}^3$.



2.- El cilindro de toma de muestra (B) es cubierto de un cilindro (A), para evitar la compresión de la muestra.

Sacar el cilindro (B) cortando la base con un cuchillo o y no lámina metálica.

FIG. 6

FIG. 6



3.- Pesar la muestra después de secada a la estufa y calcular la densidad aparente:

$$D. \text{ Ap.} = \frac{\text{Peso (gr)}}{V (\text{cm}^3)}$$

FIG. 7

- Para conocer el peso de la capa de un suelo.
- Para cálculos de humedad.

El estudio de la Pa es interesante igualmente porque permite hallar el peso de un espesor determinado de suelo. Es indispensable para cálculos de humedad, porosidad total, espacio aéreo.

b) Porosidad o espacio poroso

Como sugiere el término, es el espacio de los poros en el suelo. Este espacio puede estar ocupado por el aire o el agua. Refiriéndose a la figura anterior N° 6, vemos que:

$$P = \frac{(V_{\text{total}} - V_s)}{V_{\text{total}}}$$

Que finalmente, relacionando con las densidades, estaría dado por:

$$P (\%) = \frac{(P_s - P_a)}{P_s} \times 100$$

Donde: P : porosidad
 Ps : densidad
 Pa : densidad aparente.

b.1) Factores que influyen en el espacio poroso

La diferencia existente entre el espacio total de poros en los diferentes suelos depende de varias condiciones:

Los suelos superficiales arenosos muestran un 35 a 50% de espacio poroso, mientras que los más pesados varían de 40 al 60%; a veces aún más, en casos de alta cantidad de materia orgánica y mucha granulación.

El espacio poroso también varía con el espesor, así algunos

subsuelos compactos dan cifras bajas como 25 ó 30 %, El laboreo de un suelo ejerce una marcada influencia sobre el espacio poroso; tiende a bajar el espacio total de poros. La disminución está asociada por lo regular con un decrecimiento de la materia orgánica y una consiguiente disminución en granulación.

La siguiente tabla de valores promedio de densidad aparente y porcentaje de porosidad (estos valores son muy generales y se presentan con el fin de ilustrar en forma cualitativa el grado en que estos factores varían con la textura del suelo, aun cuando otros factores tales como la estructura, la materia orgánica, contenido de humedad, etc., tienen marcada influencia sobre éstos).

Cuadro N° I7

CLASE TEXTURAL	DENSIDAD APARENTE	% DE POROSIDAD
Arenosos	1.9 - 1.7 gr/cm	28 - 33
Franco arenosos	1.7 - 1.5 gr/cm	33 - 42
Franco limosos	1.5 - 1.3 gr/cm	42 - 51
Arcillosos	1.3 - 1.1 gr/cm	51 - 59

b.2 Porosidad diferencial

La porosidad de un suelo se divide en macroporosidad y microporosidad. La macroporosidad corresponde a los poros más grandes, aquellos que permiten la circulación del agua y del aire. La microporosidad corresponde al volumen de los poros más finos que posibilitan el almacenamiento del agua.

Se ha tratado de medir la distribución real de las dimensiones de los poros del suelo. Con este fin, se mide la cantidad de agua retenida por el suelo bajo succiones crecientes.

Para cada succión, el diámetro de los poros límites, que se suponen de sección circular, se determina utilizando las leyes de la capilaridad (que se trata más adelante).

c.) Estructura

c.1 Definición

La estructura del suelo se define como el arreglo geométrico u ordenación de las partículas del suelo en ciertos modelos o patrones.

Debemos considerar que el término partícula significa en este caso la unidad de construcción del esqueleto que forman estas partículas.

El primer tipo de partículas se llama partículas primarias (arena, limo y arcilla), el segundo tipo se llama partículas secundarias (agregados).

El arreglo estructural de un suelo puede estar constituido de partículas secundarias o de partículas primarias, o de una mezcla de los dos tipos de partículas.

El arreglo de las partículas forman agregados y en torno a ellos se forman los terrones.

c.2 Tipos y origen de la estructura

Los tipos estructurales considerados pueden agruparse en las categorías siguientes: laminar o de plato, prismática, cúbica y esferoidal o granular.

1. Laminar

Con las partículas dispuestas alrededor de un plano, generalmente horizontal.

2. Prismática

Semejante a prisma, con las partículas arregladas en una línea vertical y limitadas por superficies verticales, relativamente lisas.

En esta categoría se consideran el tipo columnar y el prismático propiamente dicho.

Cuando los extremos superiores son redondeados, la estructura se denomina columnar, y ocurre cuando ciertos horizontes están cambiando o se están degradando.

Cuando los extremos superiores son planos, la estructura es prismática (subsuelo de regiones áridas y semiáridas).

3. Terrosa o cúbica

Partículas dispuestas alrededor de un punto y limitadas por superficies lisas o redondeadas. Los subtipos de esta estructura son:

- Cúbica angular

Cuando se encuentran limitadas por planos que se interceptan en ángulos relativamente agudos; y

- Cúbica subangular

Cuando tienen caras redondeadas y planas con vértices en su mayoría redondeados.

4. Esferoidal o granular

Cuyas partículas se encuentran alrededor de un punto y están limitadas por superficies convexas o muy irregulares que no se acomodan a los agregados laterales.

Esta forma se subdivide en:

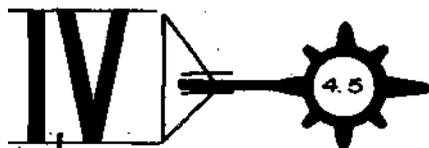
- Granular

Que es relativamente no porosa; y

- Miqajón

Que es muy porosa (Cuadro N° 18)

Los mecanismos de formación de la estructura son bastante complicados y muy oscuros. La naturaleza y origen



Cod. D-1

Cuadro N° 18

TIPOS DE ESTRUCTURA	DESCRIPCION DE LOS AGREGADOS	ESQUEMA DE LOS AGREGADOS	HORIZONTES COMUNES DONDE SE LOCALIZAN
GRANULAR	Relativamente porosos; pedriscos pequeños y esferoidales, no ajustados a los agregados adyacentes.		Horizonte A
MIGAJOSA	Relativamente porosos; pedriscos pequeños y esferoidales; no ajustados a los agregados adyacentes.		Horizonte A
LAMINAR	Agregados similares a placas. Las placas a menudo se superponen e impiden la permeabilidad.		Horizonte A en suelos de bosques y estratos arcillosos.
BLOQUES	Pedregales similares a bloques limitados por otros agregados, cuyas caras angulares bien definidas, forman el molde del pedregal. Los agregados a menudo se rompen en bloques más pequeños.		Horizonte B
BLOQUES SUBANGULARES	Pedregales similares a bloques limitados por otros agregados, cuyas caras angulares redondeadas forman el molde del pedregal.		Horizonte B
PRISMÁTICA	Pedregales similares a columnas con las partes superiores no redondeadas. Otros agregados prismáticos forman el molde del pedregal. Algunos agregados prismáticos se rompen en pedriscos de bloques más pequeños.		Horizonte B
COLUMNAR	Pedregales similares a columnas con las partes superiores redondeadas y limitadas por otros agregados columnares los cuales forman el molde de los pedregales.		Horizonte B en suelos alcalinos (Sódicos)

DEFINICION ESQUEMATICA Y LOCALIZACION DE
LOS VARIOS TIPOS DE ESTRUCTURAS DEL SUELO

del material madre son factores importantes, así como los procesos físicos y bioquímicos de formación del suelo, particularmente aquellos que dan origen a las síntesis de la arcilla y del humus. Indudablemente que la acumulación de materia orgánica y el tipo de descomposición, juegan un papel importante en el desarrollo de la estructura granular, tan común en los suelos de pastos.

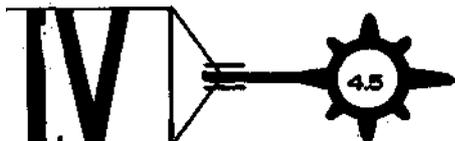
En suelos arenosos, podemos ver que la unidad de construcción de la estructura es una partícula de arena. Hay muy pocas partículas secundarias y podríamos decir que el suelo no tiene ninguna estructura. Sin embargo, este tipo de suelo es muy importante en la agricultura. Esto sirve para mostrarnos que tenemos que usar el concepto de estructura de una manera flexible.

La clasificación en tipos de estructura corresponde a la estructura macroscópica, visible en el campo, relacionada con la estructura microscópica, la cual es visible con ayuda

d) Importancia de la estructura del suelo

Las ventajas de una buena estructura del suelo (estructura granular y agregados estables) son muy numerosas.

- (1) La presencia simultánea de grandes y pequeños poros asegura a la vegetación el aire y el agua que ella necesita. Se dice entonces que el suelo tiene una buena economía de agua y aire.
- (2) El desarrollo de las raíces es favorecido. No solamente las raíces gruesas que fijan la planta al suelo y penetran fácilmente, sino las raíces jóvenes con sus pelos absorbentes se desarrollan y extraen fácilmente los elementos nutritivos retenidos en los agregados porosos.
- (3) La permeabilidad es mejorada; las plantas no pueden sufrir



Cuadro N° 19

CLASE Como láminas con una dimensión (la vertical) limitada y más pequeña que las otras dos; arreglados alrededor de un plano horizontal; caras comúnmente horizontales.

Como prismas con dos dimensiones (las horizontales) limitadas y considerablemente más pequeñas que la vertical; arreglados alrededor de una línea vertical; superficies verticales bien definidas, vértices angulares.

Como bloque; bloques o poliedros que tienen superficies planas o curvadas que son moldeadas por las superficies de los pedes que los rodean.

Esteroides o poliedricos que tienen superficies planas o curvadas, los cuales tienen ligera o ninguna acomodación de las superficies alrededor de los pedes.

Sin tapas redondeadas

Con tapas redondeadas

Superficies aplastadas, muchos vértices con ángulos agudos.

Mezcla de superficies redondeadas y aplastadas con muchos vértices redondeados.

Peds no porosos.

Peds porosos

Como bloque; poliedrica, o esteroidea, o con las tres dimensiones del mismo orden de magnitud, arreglados alrededor de un punto.

	Laminar	Prismática	Columnar	Bloques angulares	Bloques subangulares	Granular	Grumosa o migajosa
Muy fina o muy delgada	Laminar muy delgad. < 1 mm.	Prismática muy fina < 10 mm.	Columnar muy fina < 10 mm.	Bloques angulares muy finos < 5 mm.	Bloques subangulares muy fino < 5 mm	Granular muy fina < 1 mm.	Migajosa muy fina < 1 mm.
Fina o delgada	Fino 1 a 2 mm.	Fino 10 a 20 mm.	Fino 10 a 20 mm.	Fino 5 a 10 mm.	Fino 5 a 10 mm.	Fino 1 a 2 mm.	Fino 1 a 2 mm.
Media	Media 2 a 5 mm.	Media 20 a 50 mm.	Media 20 a 50 mm.	Media 10 a 20 mm.	Media 10 a 20 mm.	Media 2 a 5 mm.	Media 2 a 5 mm.
Gruesa o grande	Gruesa 5 a 10 mm.	Gruesa 50 a 100 mm.	Gruesa 50 a 100 mm.	Gruesa 20 a 50 mm.	Gruesa 20 a 50 mm.	Gruesa 5 a 10 mm.	
Muy gruesa o muy grande	Muy gruesa > 10 mm.	Muy gruesa > 100 mm.	Muy gruesa > 100 mm.	Muy gruesa > 50 mm.	Muy gruesa > 50 mm.	Muy gruesa > 10 mm.	

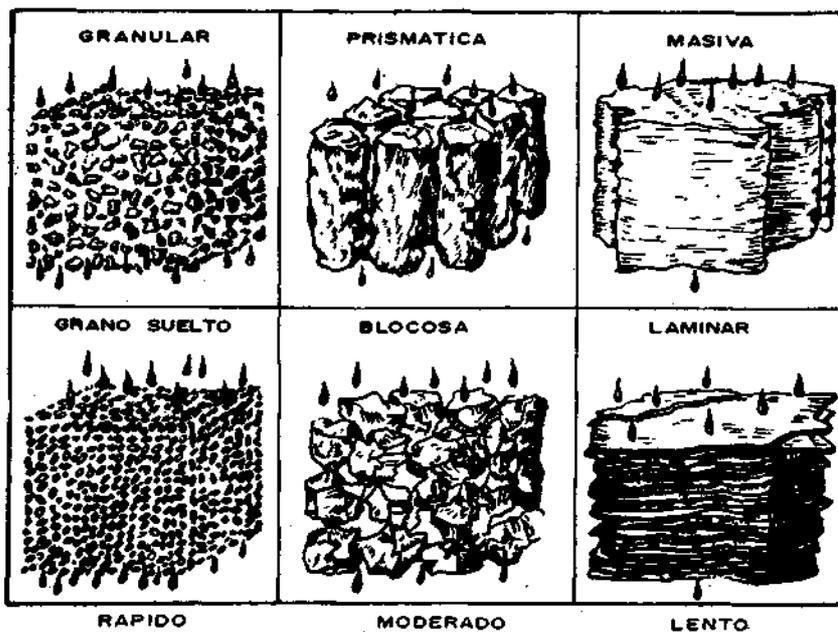


FIG. No. 8

un exceso de agua, por lo que es necesario aprovechar de una humedad constantemente renovada por aportes nuevos, (fig. N° 8 y cuadro N° 19)

- (4) La aereación, el intercambio con el oxígeno del aire, está asegurada gracias a una buena estructura. Esto hace imposible la formación de una atmósfera confinada que sería muy perjudicial y rápidamente asfixiante.
- (5) Los microorganismos encuentran un medio propicio para su desarrollo.
- (6) La transformación de sustancias orgánicas en humus se realiza en buenas condiciones, en un suelo bien aereado.
- (7) Las reacciones químicas y biológicas se realizan mejor; este es el caso para el nitrógeno, que es el elemento nutritivo más importante.

e.) Factores que afectan la estructura

(e.1) cultivo

Cambia los espacios del suelo en la zona cultivada. A veces, si algunas prácticas de cultivo se realizan a máquina, el peso de éstas puede compactar el suelo.

e.2 Humedecimiento y secado, alternativamente

Los suelos que tienen alto contenido de partículas finas se hinchan a medida que se mojan y se contraen cuando se secan. Generalmente en la superficie del suelo el proceso de secado es rápido. Consecuentemente la masa del suelo no puede deshidratarse y dentro de la masa del suelo se desarrollarán deformaciones no uniformes. De esta manera se forman terrones; la deshidratación también cementa las partículas de arcilla.

Cuando se moja el suelo seco, la entrada rápida del agua dentro del terrón causa hinchamiento no uniforme que fragmenta el terrón a lo largo de los planos de separación.

[e.3) Congelación o calentamiento

La congelación y calentamiento del agua dentro del suelo fragmentan la masa de los suelos.

(e.4) Productos químicos

Generalmente se cree que la cal mejora las propiedades del suelo. Además se ha demostrado que las malas propiedades estructurales de suelos alcalinos pueden ser mejoradas si el suelo, en el proceso de cambio, es reemplazado por calcio.

Los efectos benéficos de la cal son debido a la capacidad de flocular los coloides del suelo. También se usa yeso para el mismo propósito.

Se cree que la materia orgánica es importante en la granulación de los suelos y funciona como su agente de cementación.

Otros agentes de cementación dentro del suelo son el óxido de hierro (Fe), el aluminio (Al) y el sílice (Si).

Hoy se usan agentes artificiales de cementación; usualmente son moléculas largas de polímeros.

(e.5) Raíces, bacterias y hongos

Tienden a dividir las estructuras compactas; por otra parte aglutinan los elementos pulverulentos. En los dos casos tienden a formar gránulos. Ocurre entre los 5 a 8 cm superficiales.

(e.6) Estabilidad estructural

Es la resistencia del estado físico de los agregados frente a la acción degradante de los agentes; exteriores. Los agentes de degradación tienen casi todos relación con el agua.

En la práctica agronómica, la incorporación de materia orgánica-

nica en el suelo aumenta la estabilidad estructural.

Igualmente el acondicionamiento artificial de las tierras restituye un suelo en mal estado estructural, dejándolo en buenas condiciones. La estabilidad de los agregados se mide por tamisaje de los mismos bajo el agua.

f.) Consistencia del suelo

Se expresa por el grado y clase de cohesión y adherencia o por la resistencia a la deformación o ruptura. Su determinación involucra tres diferentes términos, de acuerdo a sus contenidos standard de humedad, los cuales pueden ser: seco, húmedo o mojado. Al no indicarse la condición de humedad, es porque fácilmente está dada por el término mismo; ejemplo: friable sólo se da en húmedo.

La consistencia dura se da sólo en seco y la plástica se da en mojado. Consistencia compuesta es aquella constituida por granos duros.

A continuación se describen las diferentes consistencias:

(f.1) Consistencia en húmedo

Se determina con un contenido medio de humedad, entre seco al aire y su capacidad de campo; en esta condición de humedad todos los materiales presentan las siguientes características:

- Tendencia a romperse en masas más pequeñas.
- Cierta deformación antes de romperse.
- Ausencia de fragilidad.
- El material se hace coherente luego que cesa la perturbación.

1. Grados de evaluación de consistencia en húmedo:

- Suelta: la masa no es coherente.

- Muy friable (m.fr.): el material se rompe bajo ligera presión, pero recupera su cohesión al comprimirlo
- Friable (F.): el material se rompe fácilmente bajo débil o moderada presión entre los dedos, recupera su cohesión al comprimirse,
- Firme (F.): el material se rompe bajo moderada presión, pero presenta resistencia.
- Muy firme; el material se rompe bajo fuerte presión, y es poco rompible entre los dados (m.F.).
- Extremadamente firme (e.F.): - el material se rompe bajo muy fuerte presión, pero no entre los dedos.

f.2 Consistencia en seco

El suelo se caracteriza por su rigidez, fragilidad, máxima resistencia a la presión, mayor o menor tendencia a convertirse en polvo o en fragmentos; se determina con la masa secada al aire, utilizando los dedos pulgar o índice y/o toda la mano.

Grados

- Suelto (S): la masa no es coherente.
- Suave (5v): la masa es débilmente coherente y frágil; se muele o desmenuza en forma de polvo o granos individuales, con una presión muy débil.
- Ligeramente duro (ld): débilmente resistente a la presión, fácilmente se rompe entre los dedos,
- Duro (d.): moderadamente resistente a la presión, se rompe con las manos, pero poco con los dedos.
- Muy duro (m.d.): Muy resistente a la presión, difícil de romper con las manos y dedos.
- Extremadamente duro (e.d): es extremadamente resistente a la presión, no se rompe en las manos.

f.3 Consistencia en mojado

Comprende dos aspectos fundamentales: pegajosidad y plasticidad.

1 Pegajosidad o adherencia

Es la propiedad de la masa del suelo de adherirse a otros objetos en el campo; se evalúa presionando el material entre el pulgar y el índice y observando su adhesión a los dedos.

2 Grados de pegajosidad

- No pegajoso (nP): se determina presionando el material con los dedos; no se adhiere el material a ellos.
- Ligeramente pegajoso (lP): al dejar de presionar el material, este se adhiere a los dedos; pero al limpiarlos quedan sin material (limpios).
- Pegajoso (P): al dejar de presionar el material se adhiere a ambos dedos; tiende a estirarse algo y romper se en dos porciones.
- Muy pegajoso (mP): al dejar de presionar el material, se adhiere fuertemente a ambos dedos y al separarlos se estira decididamente.

3 Plasticidad

Es la capacidad de cambiar continuamente de forma, al aplicársele una cierta fuerza, y retener la forma impresa cuando se retira la presión. Se determina tratando de formar hilos o bastoncillos delgados entre al pulgar y el índice.

- No plástico (nP): no se forman hilos.
- Ligeramente plástico (l.Pl.): Se pueden formar hilos, pero la masa es fácilmente deformada,
- Plástico (Pl.): forma hilos, pero es necesario una

moderada presión para deformar la masa del suelo.

4.6 4.6 EL AGUA DEL SUELOS

Se ha dejado establecido que el suelo es un medio poroso que tiene espacios (macroporos y microporos), cuyo comportamiento respecto del agua es diferente. El agua que se aplique al suelo y se infiltre puede ser retenida en los poros del suelo o drenar a horizontes inferiores.

La retención del agua y el movimiento de la misma son dos aspectos fundamentales a considerar.

A. RETENCIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO

Tres clases de fuerzas principales intervienen en la retención de la humedad por la fase sólida del suelo.

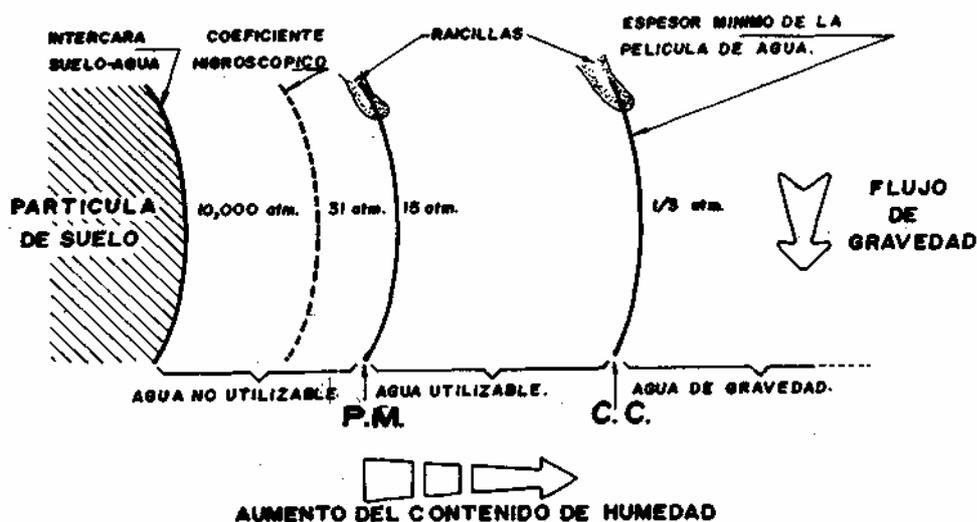
- Una es la atracción de la superficie del sólido por el agua (fuerza de adhesión). Esta fuerza de corto rango causa una fuerte adherencia de una muy delgada capa de moléculas de agua sobre la superficie del sólido.
- Una segunda es la atracción entre sí de las moléculas de agua (fuerza de cohesión).

Las moléculas del agua, que se ligaron por adhesión sobre la superficie del sólido, son a su vez ligadas por cohesión a otras moléculas de agua que posteriormente son removidas de la superficie del sólido. En poros estrechos y a lo largo de los puntos de contacto entre las partículas sólidas, la combinación entre las fuerzas de adhesión y cohesión produce la adherencia del agua por la fuerza capilar.

- La tercera fuerza es la del efecto de los contraiones absorbidos sobre la superficie sólida cargada, el cual induce una presión osmótica en las partículas de agua cercanas a la superfi-

cie sólida, las cuales tienen el mismo efecto que la retención de humedad.

El efecto combinado de esas tres fuerzas actuantes es denominado succión de la humedad del suelo o tensión de humedad del suelo.



- P.M.: PORCENTAJE DE MARCHITEZ.
- C.C.: CAPACIDAD DE CAMPO.

GRAFICO N°5

TENSION Y ESPESOR DE LA PELICULA DE AGUA

En el gráfico N° 5 se representan las relaciones entre el espesor de la película y la energía de retención (tensión), en el borde externo de esta película de humedad; así, durante una lluvia abundante e inmediatamente después, aun los macroporos están materialmente llenos de agua. La tensión con que el agua es retenida en el canto de la película es muy pequeña. Por consiguiente, parte del agua retenida en estos poros grandes es empujada hacia abajo a los niveles más secos del suelo donde las películas de humedad son delgadas y la tensión alta. Las fuerzas gravitatorias, así como las asociadas con las de las

películas de humedad, aseguran un rápido movimiento, a menos que los poros sean extremadamente pequeños.

La tensión de humedad del suelo se expresa en bars (un bar =10 ergs/gr).

a) Definición de los términos sobre la humedad

Se han empleado numerosos términos para describir aspectos especiales sobre la humedad de los suelos. Comprendiendo el significado de estos términos, se facilita la discusión de las relaciones de humedad entre los suelos y las plantas.

En 1907 Briggs propuso la siguiente clasificación del agua del suelo:

a.1 Agua higroscópica

La cual es absorbida de una atmósfera de vapor de agua como resultado de las fuerzas de atracción de la superficie de las partículas.

a.2 Agua capilar

La cual es retenida por fuerzas de tensión superficial, como una película continua alrededor de las partículas y en los espacios capilares.

a.3 Agua gravitacional

La cual no es retenida por el suelo, sino que drena bajo la influencia de la gravedad.

a.4 Capacidad de campo

Es el contenido de humedad del suelo en el campo y después que el movimiento descendente del agua prácticamente ha cesado. En la práctica se considera que un suelo profundo, sin una tabla de agua, ha alcanzado su capacidad de campo 2 a 3 días después de haber sido irrigado.

a.5) Porcentaje de marchitez permanente (P.M.P.)

Es aquel contenido de humedad del suelo debajo del cual las plantas se marchitan permanentemente.

Las dos últimas clases de agua del suelo tienen gran importancia y se usan en la agricultura moderna, desde que ellos definen los límites superior e inferior del rango de la humedad del suelo que aprovechan las plantas.

Richards y Weaver (1944), encontraron que la capacidad de campo de los suelos podría ser estimada para la mayoría de ellos en el porcentaje de agua a 1/3 bar. De la Peña (1967) encontró un valor de aproximadamente 1/10 bar para suelos arenosos. Para suelos arcillosos pesados, otros investigadores han encontrado aproximadamente el contenido de agua a 1/2 bar.

Richards y Weaver (1944) realizaron empíricamente el P.M.P al porcentaje de humedad a 15 bars.

A partir de estas conclusiones es posible estimar la capacidad de almacenamiento de agua aprovechable de los suelos en los laboratorios. Agua aprovechable es la diferencia entre el porcentaje de humedad o capacidad de campo (C.C.) y el porcentaje de marchitez permanente (P.K.P).

b. Factores que afectan la cantidad y uso del agua disponible del suelo

Entre las más importantes características del suelo que influyen en el agua disponible están:

- Las relaciones de tensión de humedad.
- El contenido de sales.
- El espesor del suelo.
- La estratificación o pisos del suelo.

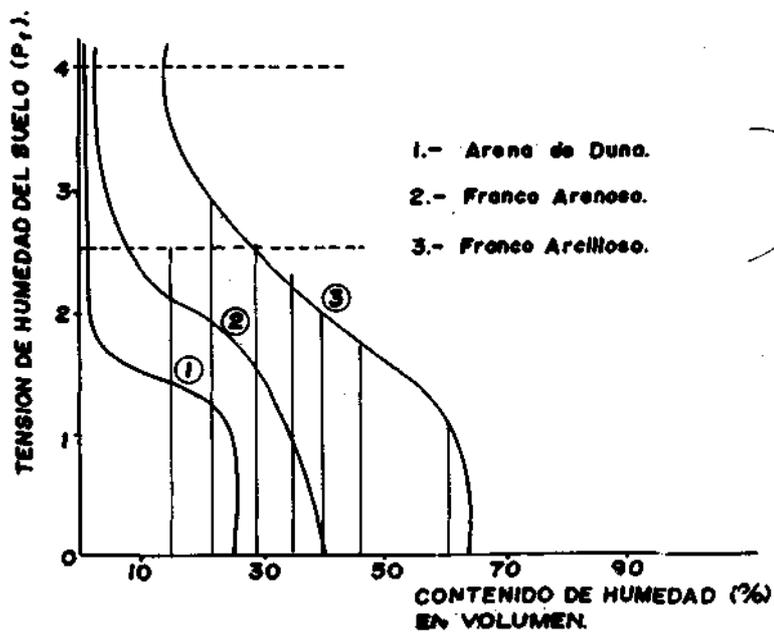
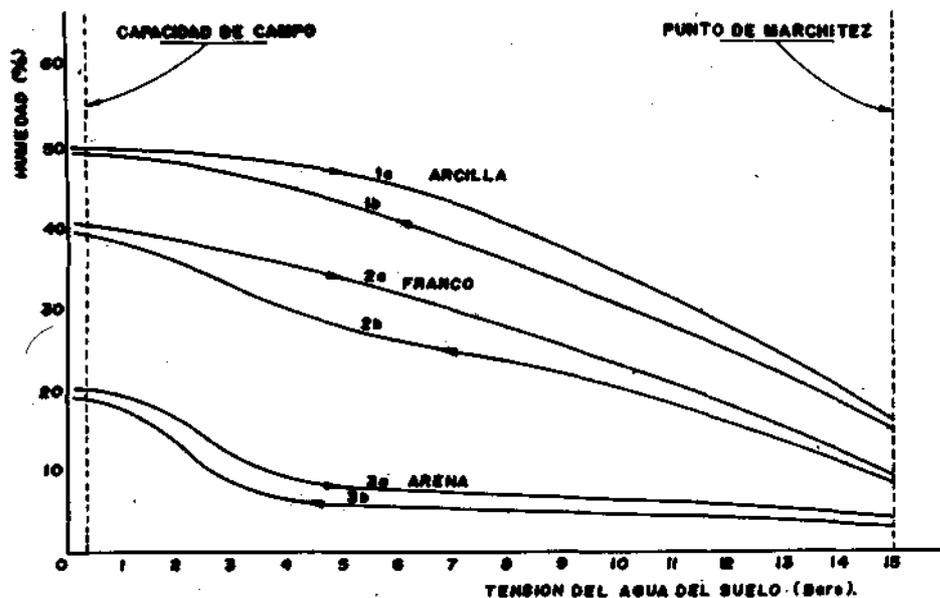


GRAFICO N°6 CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD

b.1 Las relaciones de tensión de humedad

La textura, estructura y contenido de materia orgánica influyen todas sobre la cantidad de agua que un suelo puede contener para el desarrollo de las plantas.

La granulometría del suelo es sin duda una de las informaciones más importantes para saber la cantidad de humedad que un suelo puede retener, como se observa en las curvas de retención de humedad (ver gráfico N° 6).

Una información no menos importante es la distribución de los poros del suelo en función de su diámetro, porque este diámetro determina la fuerza de succión capilar. Cuanto más aumenta la fuerza de retención capilar, mayor energía el sistema radicular deberá desplegar para su alimentación en agua. De la distribución de los poros dependerá por lo tanto la economía en el agua (y en el aire) del suelo, que constituye el criterio esencial de la fertilidad física del suelo.

El principio de esta medida está basada en la ley de Jurin.

La capacidad de retención de agua de un suelo (en %), y su humedad en el punto de marchitez, dependen de su contenido en elementos finos y en humus.

A medida que el porcentaje de elementos finos de un suelo aumenta, también aumenta su capacidad de retención de agua, y su punto de marchitez se incrementa.

El aumento del contenido de humus de un suelo tiene la ventaja de aumentar su capacidad de retención de agua, sin elevar su punto de marchitez (gráfico N° 7).

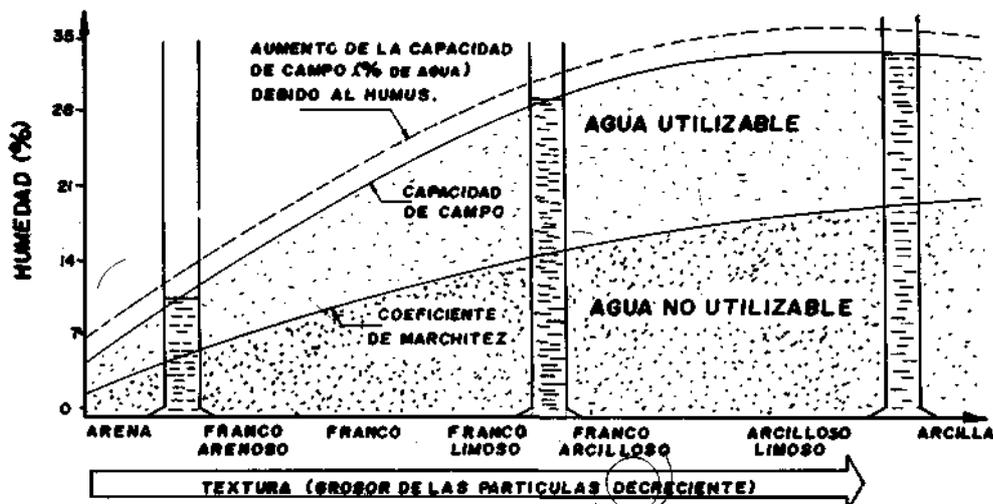


GRAFICO Nº 7 Variación del % de humedad C. C. y C. M. en función de la textura y el humus.

b.2 Concentración salina

Las sales originan presión osmótica o succión osmótica en la solución del suelo; así, tienden a reducir el límite de humedad aprovechable.

Succión matriz

$$\begin{array}{rcl}
 0 & + & \text{Succión osmótica} = \text{Succión} \\
 \text{Succión del suelo} & & \text{Total}
 \end{array}$$

Es importante en suelos salinos de regiones áridas.

b.3 Espesor del suelo y estratificación

Siendo iguales los demás factores, los suelos profundos tendrán mayor capacidad de contención de humedad aprovechable que los delgados. Para las plantas de raíces profundas, esto es de importancia decisiva, sobre todo en las regiones sub-húmedas y semiáridas donde no es posible un riego suplementario.

La estratificación del suelo influirá grandemente sobre el agua aprovechable y su movimiento en el suelo. Las capas sólidas o estratos impermeables bajan drásticamente el movimiento del agua. Restringen a veces el crecimiento de las plantas y reducen de hecho el espesor del suelo húmedo.

c. Otros factores que influyen sobre la distribución de riego

- El hardpan.
- La presencia de cascajo.
- Las labranzas.

c.1 Efectos del hardpan

El hardpan es un lecho duro, situado cerca de la superficie del suelo.

Según el "Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo", el hardpan puede definirse como: "un horizonte de acumulación que ha sido enteramente cementado hasta alcanzar la apariencia de un lecho de roca".

Este lecho duro se puede formar por acumulación continua, cerca de la superficie, de material fino, así como por cal y otros materiales, que en conjunto conforman las sustancias semejantes que más tarde producirán el hardpan; estos hardpan calcáreos son muy duros y completamente impermeables al agua.

La presencia de este lecho duro no permite una buena distribución del agua, la que será acumulada llenando los macro y microporos, creando una condición indeseable para las raíces de los cultivos, en detrimento del rendimiento.

c.2 Efectos del cascajo

Cuando este elemento se encuentra en gran proporción en el suelo y cerca a la superficie, la distribución del agua es también alterada. Cuando el agua de riego, al penetrar a

través del suelo, alcanza el cascajo se perderá por gravedad, siendo imposible su regreso por capilaridad hacia el suelo para ser aprovechada por los cultivos.

Estos suelos deben ser regados en forma muy ligera, de tal modo que no haya exceso de agua almacenada que se perdería en capas profundas.

c.3 Efectos de las labranzas

El trabajo del suelo es muy importante. Los suelos profundos y continuos son los que presentan las mejores condiciones para el riego.

d. Determinación de la humedad del suelo

La medida de la humedad del suelo varía desde los métodos de apreciación cualitativa, hasta el uso de equipo electrónico complicado, empleando materiales radioactivos.

d.1 Método gravimétrico

Una muestra del suelo húmedo es pesada y secada en un horno a 105 °C por 24 horas, luego es enfriada y pesada seca. La pérdida de peso después del secado de la muestra da el contenido de humedad en base al peso seco. Este método es el más antiguo y aún es el más usado para obtener datos de la humedad del suelo, al aplicar la fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso suelo húmedo} - \text{Peso suelo seco}}{\text{Peso suelo seco}} \times 100$$

$$\frac{\text{Peso del agua} \times 100}{\text{Peso suelo seco}}$$

Notar que la humedad del suelo se basa en el peso del suelo seco. El contenido de la mayoría de los granos y las hojas es calculado en base húmeda.

Debido a que es el único método directo de medir la humedad del suelo, se lo usa para calibrar el equipo utilizado en los otros métodos.

La desventaja de este método es el tiempo y esfuerzo requerido para obtener datos.

d.2. Métodos tensiométricos

Miden la tensión de humedad del suelo; son útiles para medir el contenido de humedad a tensiones menores de 0.9 atmósferas. A tensiones mayores, los tensiómetros pueden ser inoperantes debido a que entra aire al sistema a través de la capa porosa y los resultados son errados.

Los tensiómetros están constituidos por una cápsula porosa que se coloca en contacto directo con el suelo, un tubo de agua que transmite la tensión del agua en el suelo y un manómetro de mercurio que registra dicha tensión (Fig. N° 8).

El rango de succión cubre sólo una pequeña parte del agua aprovechable en suelos de textura muy fina.

d.3 Resistencia eléctrica

Son los bloques de yeso y elementos de nylon (Bouyoucos). El equipo está constituido por dos electrodos embebidos en un bloque de yeso o de nylon, bloque éste que se coloca en contacto con el suelo. Sus cables procedentes de los electrodos se conectan a un puente de Wheatstone en donde se registra la resistencia que ofrece el bloque al paso de la corriente eléctrica procedente de una batería. La resistencia eléctrica es una medida del contenido de agua del bloque, el cual se halla en equilibrio con el suelo que lo rodea.

Los bloques de yeso tienden a ser afectados por la concentración de sales en el suelo. Cuando se requiere precisión, los bloques deben calibrarse para las condiciones locales

del suelo que se estudia.

Estos bloques permiten la determinación del contenido de humedad en toda la amplitud del contenido del agua del suelo, desde el coeficiente de marchitez hasta cerca de la saturación.

Los bloques de yeso se usan para medir tanto la tensión de humedad como el porcentaje, y seguramente son más sensibles a tensiones de 1 a 15 atmósferas (figura N° 9).

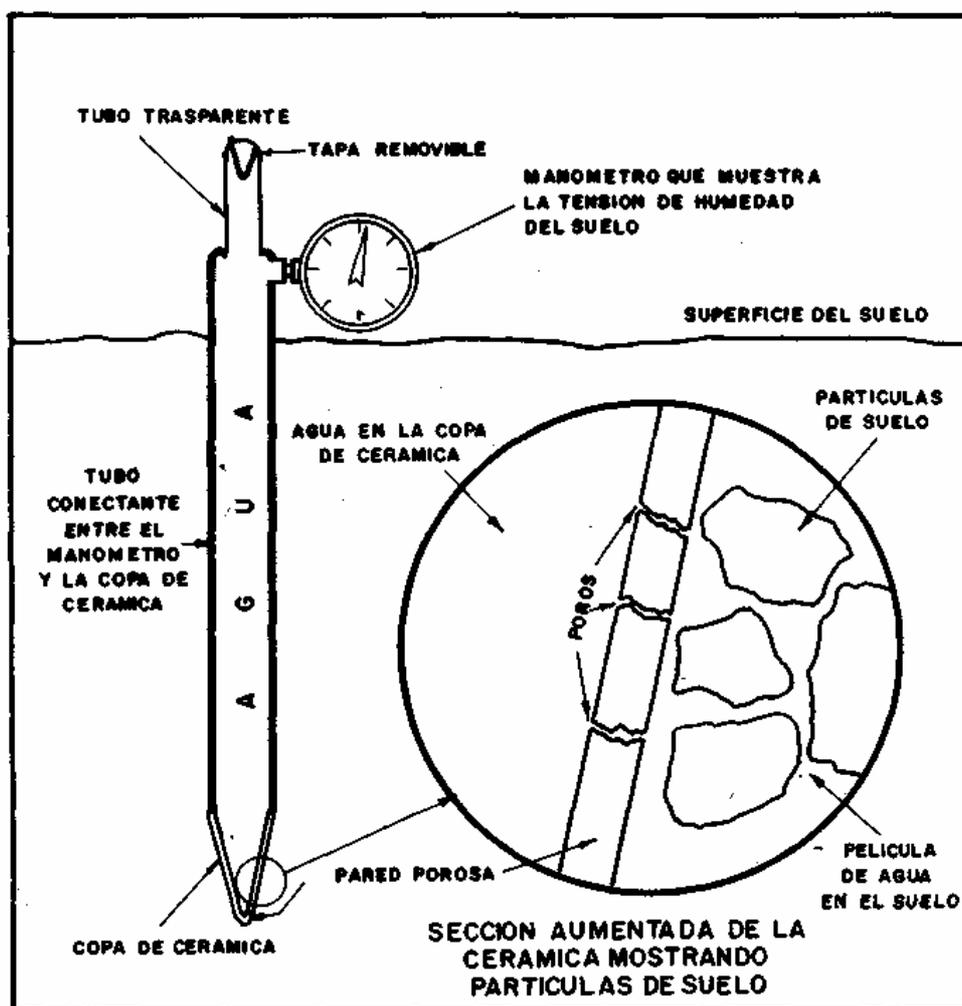


FIG. 9 Esquema de un tensiómetro montado verticalmente en la superficie del suelo, con un diagrama agrandado de una sección de la copa de cerámica porosa en contacto con el suelo. El agua en el suelo debe ser mantenida alta en la zona radicular para mantener una lectura de 70 o baja, en el manómetro. (Fuente: S. J. Richards y R. M. Hagen, Soil Moisture Tensiometer, California Agr. Exp. Sta. y Ext. Serv. Leaflet No. 100, 1958.)

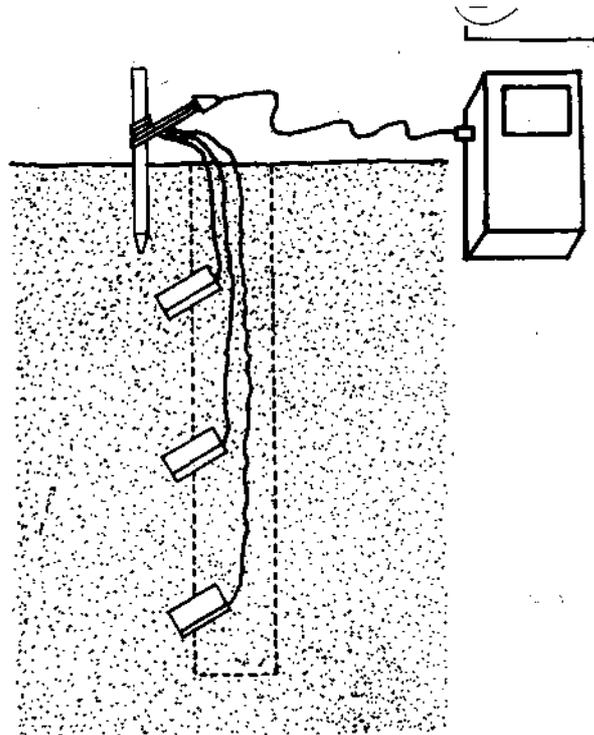


FIG. 139

d.4 Métodos de absorción

Livingstone y Koketsu (1920) desarrollaron puntas o bloques porosos que absorben humedad de áreas vecinas cuando se instalan en el suelo. El contenido de humedad del suelo es estimado por el cambio de peso de las puntas o bloques.

Davis y Slater (1942) usaron una punta de absorción consistente en una cámara porosa y que puede ser removida para pesarse. El bloque evita tener que disturbar el suelo cada vez que la punta o los blocks tengan que ser pesados.

La deficiencia de este método consiste en la relativa lentitud con que los bloques porosos alcanzan una condición de equilibrio en el suelo.

d.5 Métodos radioactivos

Detección de neutrones (Neutrón Scattering). Una fuente de

neutrones ligeros (Radio - Berilio) es insertada en un tubo de acceso colocado en el suelo. La emisión de neutrones de alta velocidad pierde energía principalmente por choque con los átomos de hidrógeno en el suelo. La densidad de la detección de los neutrones de baja velocidad es medida en el mismo tubo de acceso y depende principalmente del contenido volumétrico de la humedad del suelo. Este método requiere aparatos costosos y precauciones en el uso de material radioactivo. Actualmente se están iniciando investigaciones en la Universidad Nacional de Cajamarca con este método.

Para cada tipo de aparato, una curva de calibración debe ser confeccionada, relacionando la cantidad por minuto al contenido de humedad; la calibración es casi independiente al tipo de suelo.

Los métodos descritos en d.2, d.3, d.4 y d.5 tienen la ventaja que la medida se realiza "in situ" y puede ser practicada sin disturbar el suelo.

En la Universidad Nacional de Cajamarca y por tanto para el ámbito del SESA se utilizan los métodos gravimétricos, tensiométricos y deresistencia eléctrica.

d.6 Otros métodos

Existen otros métodos para medir la humedad del suelo, pero no han sido ampliamente difundidos, tales como:

1. Quemar las muestras de suelo con alcohol.
2. Someter las muestras de suelo al paso de aire caliente.
3. Conductividad térmica.
4. Reacción del carburo de calcio con el agua, etc.

e Almacenamiento de agua en el suelo

La práctica del riego consiste esencialmente en aprovechar la

capacidad de retención del suelo para almacenar en él, en forma periódica, el agua que las plantas van utilizando de manera continúa. La capacidad del suelo para almacenar el agua que las plantas pueden aprovechar depende básicamente de dos factores.

1° La capacidad de retención de agua, por unidad de volumen de suelo.

2° La profundidad del suelo que está al alcance de las plantas cultivadas.

e.1 Capacidad de retención del suelo

En base a las discusiones que preceden, la capacidad de retención del suelo puede definirse como la diferencia entre su C.C. (Capacidad de Campo.) y su CM. (Coeficiente de marchitez).

El peso en Kg (Ps) de un volumen de suelo (Vs) expresado en litros se puede calcular en base a la densidad aparente (Da), según la siguiente relación:

$$Ps = V/s \times Da$$

El peso de agua (Pa) que se puede almacenar en ese volumen de suelo será el producto de (Ps) por el porcentaje de **agua** almacenado, o sea:

$$Pa = C.C - C.M \quad x \quad Vs \quad x \quad Da \quad 100$$

El peso de agua (Pa) por otra parte es igual al volumen de agua (Va) correspondiente, multiplicada por su peso específico, que es 1,0 Kg/lt.

De estas relaciones se deriva la siguiente fórmula general:

$$Va = \frac{C.C - C.M \times Vs \times Da}{100}$$

Donde: V_a : volumen de agua en cm^3

C.C : % de humedad a la capacidad de campo

C.M : % de humedad al punto de marchitez

V_s : volumen de suelo en grs.

D_a : densidad aparente del suelo en gr/cm

f Cálculos del volumen de agua

El volumen de agua es usado para determinar la cantidad de agua que un suelo contiene o puede almacenar; cuanta agua de riego debe ser añadida, o hasta que profundidad mojará el suelo la lluvia o el riego. El volumen de agua es la profundidad de agua contenida en esa profundidad de suelo.

La medida del volumen de agua es la medida más útil del agua del suelo hecha en el campo, porque es el agua almacenada en el suelo, añadida como riego o como precipitación, y aunque sabiendo que es un volumen, es reportada como profundidades o láminas de agua.

Ejemplo;

Determinar la cantidad de agua que se debe aplicar a un cultivo de papa, sembrada en un suelo cuya textura es arena franca; el porcentaje de humedad retenido a capacidad de campo es de 12 % y el porcentaje de humedad en el coeficiente de marchitez es de 5% .

De capítulos anteriores se deduce que la densidad aparente de una arena franca es de 1.8 gr/cm .

La profundidad de raíces que alcanza la papa es de 30 cm.

Aplicando la fórmula se tiene:

$$L_a = \frac{(12.0 - 5.0)}{100} \times 30 \times 1.8$$

$L_a = 3.78 \text{ cm}$

El valor de (La) multiplicado por el área de riego representa el volumen teórico de agua que se debe aplicar en este riego.

Ejemplo:

Si la superficie cultivada de papa es de una hectárea.

$$V = La \times S$$

$$V = 0.0378 \text{ m} \times 10,000 \text{ m}^2$$

$$V = 378 \text{ m}^3$$

Este producto se divide por la eficiencia de aplicación correspondiente, para obtener el volumen total necesario.

g Tipos de movimiento del agua del suelo

Es conveniente revisar primeramente los fundamentos de capilaridad relacionados con el agua del suelo.

Si el extremo inferior de un tubo capilar es sumergido verticalmente, el líquido se elevará en el tubo por encima del nivel exterior del agua. Este fenómeno llamado capilaridad se inicia por la atracción de la pared interna del vidrio sobre el agua (adhesión) y por la atracción entre las moléculas de agua (cohesión).

La columna de agua asciende hasta que su peso equilibre exactamente las fuerzas adhesivas de atracción, que permiten a las moléculas de agua ascender alrededor de la pared del tubo. De acuerdo a esto, se tiene entonces que cuánto más delgado es el tubo capilar, más alta es la ascensión de la columna de agua.

Esto es demostrado matemáticamente por la ley de Jurín.

$$h = \frac{2T}{r \cdot dg}$$

Donde: H : altura que alcanza el agua en un tubo capilar (cm).

T : tensión superficial (dinas/cm).

r : radio del tubo en cm.

Esta ascensión capilar no es neta en el suelo, debido a que los conductos capilares en el suelo son muy irregulares y tortuosos en naturaleza, además exhiben gran variabilidad en tamaño y también variación de aire atrapado.

g.1 Movimientos dentro de suelos no saturados

En suelos no saturados, los poros mayores están llenos de aire y el agua que contiene está en forma de películas muy delgadas. Las fuerzas de retención entre el suelo y el agua son grandes, cuando la humedad es menor que la C.C. y el agua no se puede mover con libertad.

En estas condiciones el agua se mueve bajo tensión a través del suelo. La tensión es en cierta forma inversamente proporcional a la cantidad de agua que haya en el suelo, de modo que aumentando el agua se aumenta su facilidad de movimiento.

g.2 Flujo saturado a través de los suelos

Percolación

Flujo del agua dentro de un suelo mojado, desde un punto a otro punto. A medida que se agrega agua al suelo, ésta penetra a la superficie reemplazando el aire en los macroporos. El agua adicional se moverá hacia abajo debido al flujo saturado. Este movimiento continuará mientras haya humedad adecuada y no haya la presencia de barreras que impidan el movimiento hacia el interior del suelo.

La cantidad de agua que se mueve a través del perfil será determinada por un gran número de factores como:

- (1) Cantidad de agua aplicada.
- (2) La capacidad de infiltración del suelo superficial.
- (3) La conductividad total de humedad de los horizontes inferiores.

(g.3 Los suelos de textura fina

Tienen muy baja percolación, la cual puede ser muy variable debido a las diferencias en la estructura del suelo. Hay ciertos factores que complican la percolación en estos suelos, tales como la arcilla coloidal que puede taponar los canales finos de conexión y aún los microporos grandes. Esta obstrucción es debido al hinchamiento de la arcilla al hidratarse, lo que sucede en la montmorillonita.

g.4 El movimiento del agua en estado de vapor

En un punto abajo de la capacidad de campo, aproximado al punto de marchitez permanente (P.M.P.), el movimiento de agua en películas termina casi totalmente, y los movimientos con humedades inferiores deben efectuarse en la forma de vapor.

La vaporización del agua relacionada con los suelos puede ser considerada como interna y externa. En el primer caso el paso del estado líquido a vapor tiene lugar dentro del suelo, es decir, en los poros del suelo. En el segundo caso el fenómeno tiene lugar sobre la superficie de la tierra y el vapor resultante se pierde en la atmósfera por difusión.

4.7. LA AREACION DEL SUELOS

A. NECESIDADES FISIOLÓGICAS DE AIRE EN LA RAÍZ DE LA PLANTA

Es bien conocido que las raíces de las plantas y otros microorganismos en el suelo respiran usando O_2 y devolviendo CO_2 . Las raíces necesitan respirar para absorber iones de la solución del suelo. También parece que es necesario que el aire permanezca en la concentración CO_2 de la atmósfera del suelo bajo, para impedir la toxicidad del CO_2 que reduce la absorción de agua por las raíces. Whitney (1942) encontró que la deficiencia de O_2 también puede bajar la ab-

sorción de agua por las raíces.

B) CONSUMO DE AIRE EN EL SUELO

Un metro cúbico de suelo contiene 1,000 litros de volumen. Podemos ver que si consideramos una porción de suelo con un área superficial de 1 m^2 y 5% de espacio aéreo por cada 10 cm. de suelo, el suelo tiene un volumen de 5 litros de aire. Entonces una 2 porción de suelo del área superficial de 1 m^2 , con espacio aéreo de 15% y una profundidad de 30 cm, tiene un volumen de aire de 45 litros.

Es difícil medir con precisión la cantidad de O_2 usado o CO_2 devuelto por día. Existe el problema de que el CO_2 es producido también por respiración anaeróbica (sin O_2). También existe el problema de evaluar la profundidad efectiva del suelo. Hay cifras que oscilan entre 0.8 a 25 litros de CO_2 producido por día y de 2 a 26 litros de O_2 consumido.

C. COMPOSICIÓN DEL AIRE DEL SUELO

La composición del aire del suelo esta determinada por la diferencia entre el ritmo de producción de CO_2 en el suelo, por las raíces de la planta y los microorganismos, y el ritmo de removimiento del gas.

Cuadro N°20

COMPOSICION DEL AIRE DE LOS SUELOS BIEN DRENADOS (POR VOLUMEN)	COMPOSICION DEL AIRE DE LA ATMOSFERA (POR VOLUMEN)
20.30% de O_2 79.00% de N_2 0.15 - 0.65% de CO_2	20.96% de O_2 79.01% de N_2 0.03% de CO_2

Vemos que la concentración del CO_2 del aire en el suelo es de 5 a 20 veces mayor que la de la atmósfera. Sin embargo, si hay algún impedimento en el removimiento del CO_2 producido, la concentración del CO_2 puede crecer mucho más. Por ejemplo, cuando hay una época de crecimiento rápido en que hay más producción de CO_2 por las raíces, es posible tener hasta 0.5% de CO_2 .

Otro caso sería cuando hay un impedimento en el removimiento del CO_2 , debido a la pobre aereación después de una inundación del suelo.

Generalmente la concentración del CO_2 crece con la profundidad. En 5 pies de profundidad es posible tener concentraciones de CO_2 de 5 a 10% y de O_2 de 1 a 2% debido a la alta humedad.

D. CONCENTRACIÓN CRITICA DEL O_2 NECESARIO PARA LAS RAICES DE LAS PLANTAS

Boynton y Reutner (1939) encontraron que las raíces del árbol del manzano tuvieron concentraciones críticas durante varias etapas de su desarrollo. Para las raíces mayores de 1 mm de diámetro, la concentración mínima de O_2 para la subsistencia fue de 3%. Para las puntas de raíz, la concentración fue de 5 a 10% y para la iniciación de la raíz mayor fue de 12%. Un valor entre 10 y 15% del O_2 fue necesario para la función general de las raíces.

La concentración del CO_2 también afecta a las raíces de las plantas. Se ha mencionado el efecto tóxico sobre la absorción del agua.

E. PROCESOS FISICOS RELACIONADOS CON EL INTERCAMBIO DE LOS GASES ENTRE EL SUELO Y LA ATMOSFERA

a) Efecto de temperatura

-Los cambios de temperatura pueden causar expansión o contracción del volumen de aire del suelo y, por lo tanto, resultar en un intercambio de aire entre la atmósfera y el

suelo.

- Causan una diferencia de temperatura entre el aire del suelo y el aire de la atmósfera. La diferencia en las densidades debería causar un intercambio de las masas de aire.

b) Efectos barométricos

Un crecimiento o decrecimiento de la presión atmosférica debe comprimir o expandir el aire del suelo. De esta manera resultaría un intercambio de aire en la superficie del suelo.

c) Efectos de la turbulencia del viento

Se cree que los efectos de la presión y de la succión producidos por la turbulencia del viento pueden estimular la aereación normal del suelo.

d) Efectos de la lluvia y de la irrigación

Los efectos del agua que entra al suelo tienen dos partes:

La primera parte consiste en la solución del O_2 en el agua que penetra al perfil.

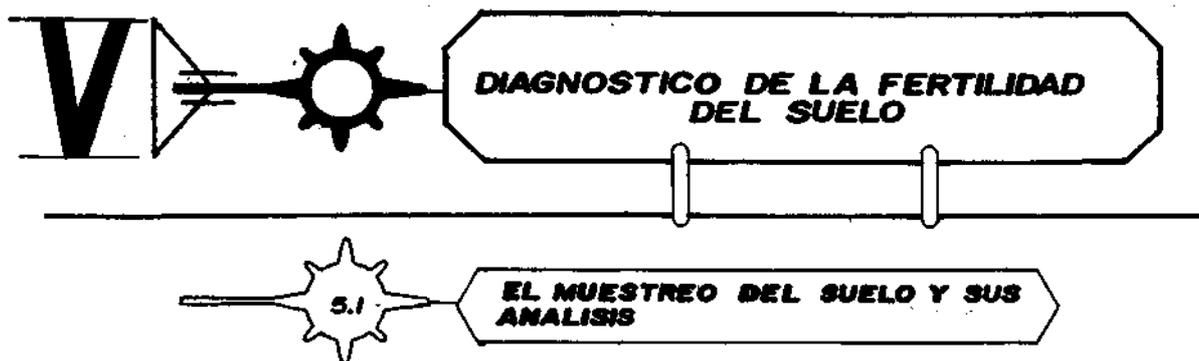
La segunda parte, que es la más importante, es el desplazamiento del aire en el suelo por el agua que se infiltra al suelo y llena los espacios aéreos. Cuando salga el agua a través del drenaje o a través de su extracción por las raíces de las plantas, el aire de la atmósfera es traído en el perfil. Entonces, es posible cambiar todo el volumen de aire en el suelo de esta manera.

Sin embargo, si mucho aire atrapado queda en el suelo, el porcentaje del cambio sería menor. La importancia de este proceso será dependiente de la frecuencia de irrigación o de lluvia.

Por último hacemos referencia al proceso físico más importante en el intercambio de los gases entre el suelo y la atmósfera: la difusión.

Las raíces y los microorganismos consumen O_2 y devuelven CO_2

en el perfil del suelo. Entonces la presión parcial del CO_2 en el aire del suelo es mayor que la del aire de la atmósfera; y la presión parcial del O_2 en el aire del suelo es menor que la del aire de la atmósfera. Entonces resultarán concentraciones menores de oxígeno y mayores de CO_2 en el suelo. Estas diferencias en las presiones parciales de los gases causan la difusión del CO_2 hacia afuera del suelo y la del O_2 hacia adentro del perfil del suelo.



Es conveniente que el agricultor conozca el suelo que trabaja, porque de él depende la producción) por lo tanto, con los técnicos asesores, debe realizar un buen muestreo de sus campos para garantizar que los resultados de los análisis en el laboratorio sean más o menos reales y sirvan de verdadera orientación para las prácticas de fertilización; el mayor error en el análisis de suelos se debe a la mala toma de la muestra. Por lo tanto se trata en forma sencilla su realización.

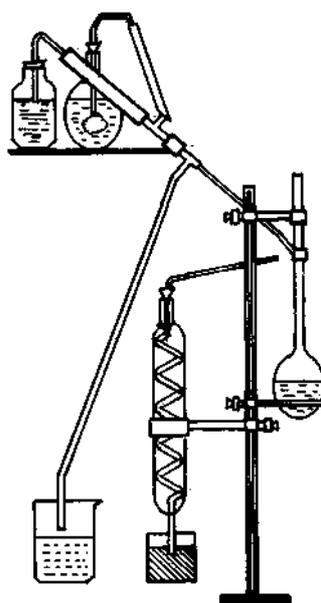


FIG.Nº10

A. PROCEDIMIENTO

Dividir el terreno o fundo en áreas o lotes de acuerdo a sus características, de tal forma que cada área sea uniforme, debiendo muestrear por separado; por ejemplo:

- a) Area de diferente topografía
Plana, ondulada o con pendiente.
- b) Area de diferentes cultivos
Papa, maíz, cebada, trigo, pastos, etc.
- c) Areas de diferentes texturas
Arenosas (suelos), arcillosas (mitosas), limosas.
- d) Area de diferente drenaje
Bien drenado, mal drenado (húmedo).
- e) Areas de diferente color:
Oscuras, rojas, amarillas, etc.

Es conveniente trasladar las delimitaciones a un croquis, para planificar las acciones o identificar las características de los lotes, una vez obtenidos los resultados.

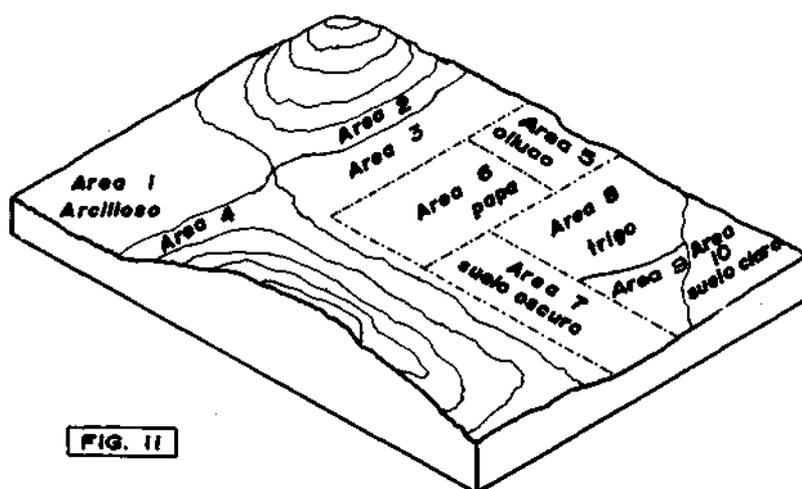


FIG. II

B. EPOCA ADECUADA PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Es conveniente realizar el muestreo uno a dos meses antes de la siembra o trasplante; en caso de tratarse de pastos establecidos, el muestreo se debe hacer después del corte o en época de máximo pastoreo. Esta anticipación nos va a permitir:

- a. Conocer en tiempo oportuno las necesidades de fertilizantes para los diferentes cultivos.
- b. Planificar mejor los cultivos a instalar.
- c. Proveer oportunamente de la cantidad del fertilizante a utilizar.

C. SELECCION DE HERRAMIENTAS Y MATERIAL A UTILIZAR

Para realizar el muestreo se debe preparar antes las herramientas a utilizar en el campo, pudiendo ser las siguientes:

- Una palana derecha
- Un barreno
- Un sacabocado
- Un cuchillo
- Un balde plástico o una manta que no haya estado en contacto con fertilizantes
- Bolsas plásticas de 1 Kg.
- Etiquetas para la identificación de la muestra compuesta.

Por lo general se usa una palana, un balde o manta limpia, bolsas de plástico y etiquetas, ya que son fáciles de tener a la mano.

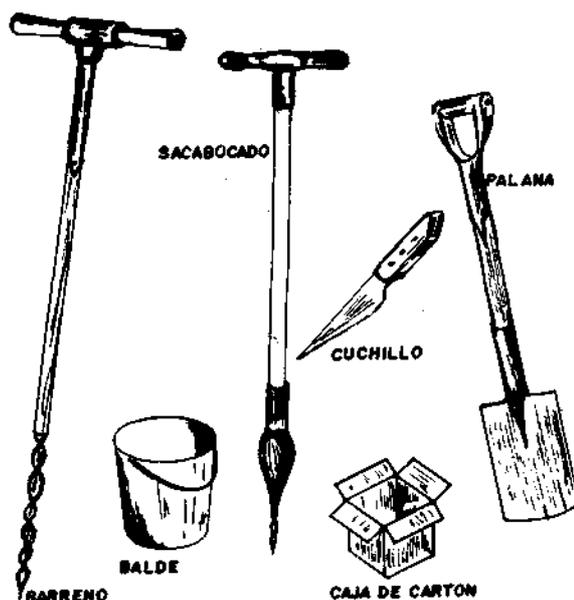
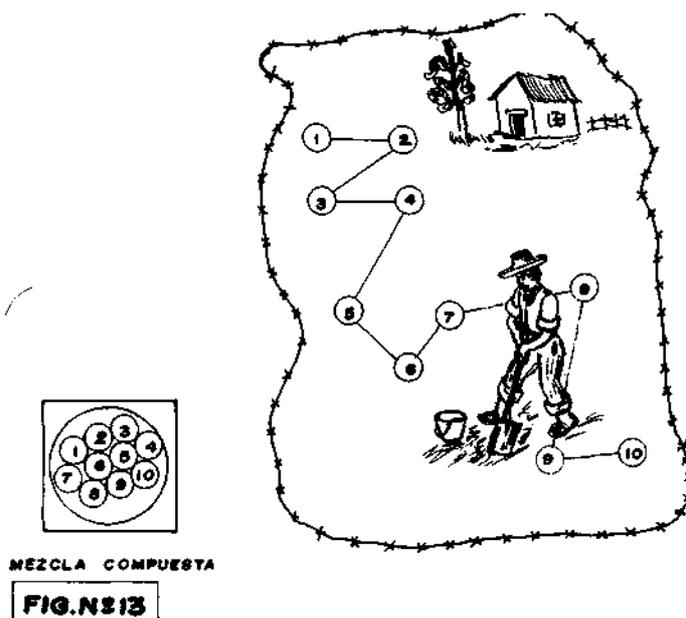


FIG. 12 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL MUESTREO

D. FORMAS DE REALIZAR EL MUESTREO

Los suelos varían en su composición, tanto horizontalmente (superficie), como verticalmente (profundidad), por lo tanto al hacer el muestreo es necesario que se incluya todo el rango de variabilidad, de tal manera que la heterogeneidad del suelo sea reducida al máximo y obtener al final un resultado promedio en los análisis.

Para conseguir esto, la muestra debe ser "compuesta"; se llama así aquella formada de varias submuestras tomadas de diferentes puntos de cada área que delimitamos anteriormente. Esta muestra compuesta debe proceder de por lo menos 10 a 15 muestras individuales o submuestras del terreno; estas submuestras se juntan y se homogenizan en un balde o manta limpia, triturando los terrones con la mano, obteniendo así una muestra compuesta.



E. FORMAS DE TOMAR LAS MUESTRAS

Las submuestras se toman al azar y en zig-zag, para sacar cada sub muestra se procede de la siguiente manera:

- a) Limpiar bien la superficie donde se va a tomar la submuestra evitando así posibles contaminaciones de residuos de cosechas, estiércol, abonos verdes,

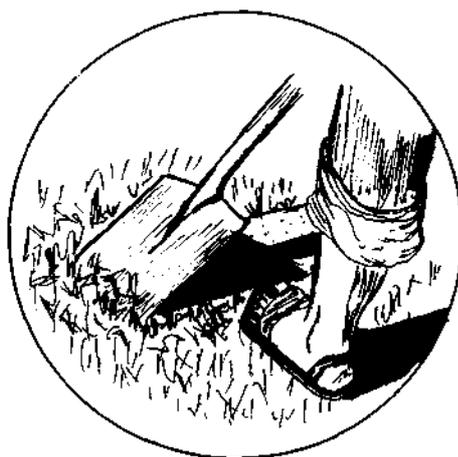
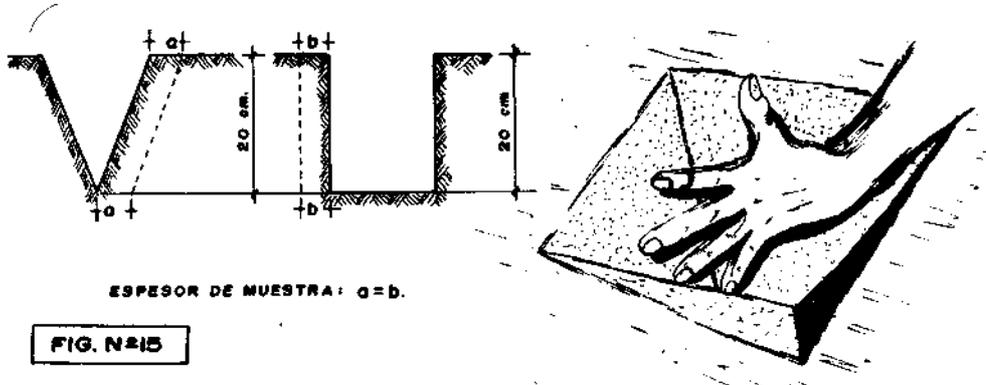
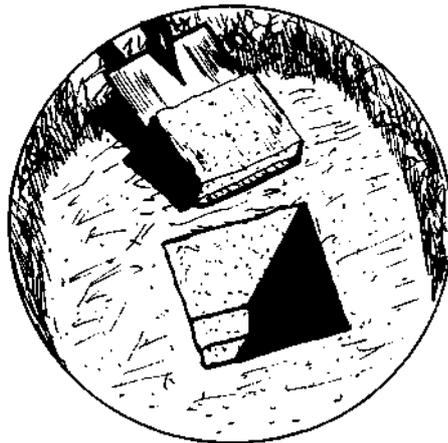


FIG. N.º 14

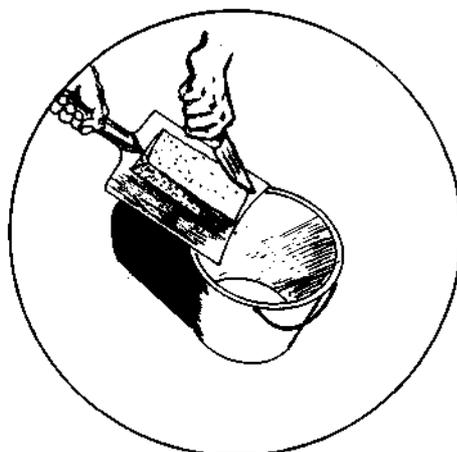
- b) Con la ayuda de una palana recta, abrir una poza cuadrada o en "V" de unos 20 a 30 cm de profundidad (puede ser a la profundidad de una cuarta).



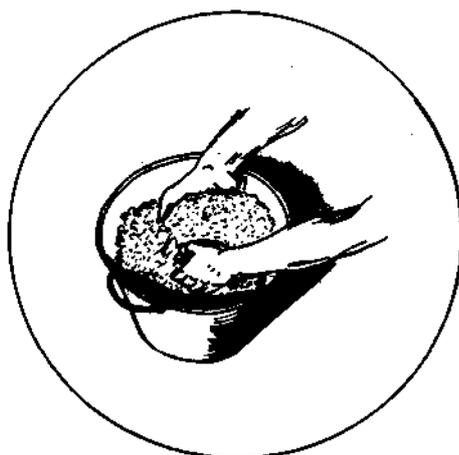
- C. Con la palana se corta una tajada (prisma) de un espesor de 2 a 3 cm procurando que este espesor sea el mismo, tanto en la parte superior como en la parte inferior.



- d) Para conseguir un prisma uniforme, se puede eliminar con la ayuda de un cuchillo (no indispensable) los bordes laterales de suelo contenido en la misma palana y luego depositarla en el balde o manta, obteniéndose así una sub-muestra.

**FIG. N.º 17**

- e) Con la mano mezclar uniformemente todas las submuestras tomadas de un mismo campo (delimitado anteriormente); así se obtiene una muestra completa.

**FIG. N.º 18**

- f) Tomar de esta mezcla aproximadamente 0.5 Kg de suelo y ponerlo en una bolsa plástica o cajoncito de cartón.



FIG. N° 19

- g) Identificar la muestra compuesta con una etiqueta o papel y luego enviarla al laboratorio de suelos que funciona en la Ciudad Universitaria.



FIG. N° 20

F. LOS ANÁLISIS DE SUELOS

Para conocer el grado de fertilidad de los suelos, es necesario recurrir al análisis físico-químico de los mismos; el análisis de suelos, involucra el uso de procedimientos analíticos y de interpretaciones de resultado para determinar el nivel de fertilidad de los distintos elementos nutritivos, en términos de deficiente, adecuada o excesiva disponibilidad. Esto sirve de base para corregir dicho nivel de fertilidad, cuando así lo requiere el crecimiento y producción de un cultivo.

El análisis está basado en la teoría de que existen ciertos niveles críticos.

En relación al método analítico utilizado y a la respuesta del cultivo cuando se aplica un determinado elemento analizado, esté bajo o sobre el nivel crítico, el crecimiento de la planta estará dado por el contenido que tenga el suelo de dicho elemento.

Por otra parte, siendo el suelo un sistema dinámico, cuando se le agrega nutriente está sujeto a sufrir cambios debido a las reacciones físico-químicas y biológicas que tienen lugar en el mismo. A este cambio, se le denomina "**SORCION**" y puesto que ésta afecta la disponibilidad de los elementos, es conveniente determinar en el laboratorio la capacidad de **FIJACIÓN O SORCION** de los suelos para los principales nutrientes.

Es decir que, a través del análisis y su interpretación, es posible conocer en principio las deficiencias de elementos, toxicidades, desbalances, salinidad, acidez y capacidad de fijación de un suelo.

Existen diferentes métodos para realizar los análisis que dependen de la naturaleza física-química de los suelos. Así en la Universidad de Cajamarca, se utilizan los siguientes: (cuadro N° 21) •

ANALISIS DE SUELOS
(T. F. S. A.)

Cuadro Nº 21

TIPO DE ANALISIS	METODO UTILIZADO	RESULTADO
ANALISIS MECANICO	HIDROMETRO O BOUYUCOS	% ARENA, LIMO Y ARCILLA
DETERMINACION TEXTURAL	TRIANGULO TEXTURAL	CLASE TEXTURAL
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C.E.)	CONDUCTOMETRO o SALIMETRO	MMHOS/Cm/a 25°C
RACION pH (RELACION 1:2:5 (AGUA Y/O CLORURO DE POTASIO))	POTENCIOMETRO O PEACHIMETRO	UNIDADES DE pH
CALCAREO TOTAL	NEUTRALIZACION ACIDA: ATAQUE CON H_2SO_4 0.1N Y TITULACION CON $NaOH$ 0.1N	%
NITROGENO TOTAL	MICROKJDDAHL	%
MATERIA ORGANICA	WALKLEY Y BLACK (DICROMATO DE POTASIO)	%
FOSFORO DISPONIBLE	OLSEN MODIFICADO (EXTRACTOR $NaHCO_3$ 0.5M, pH 8.5)	P.P.M.
POTASIO DISPONIBLE	FOTOMETRO DE LLAMA	P.P.M.
CAPACIDAD DE CATION DE CAMBIO	ACETATO DE AMONIO a.-SATURACION EN EL SO DE COMPLEJO ARCILLO HUMICO CON NH_4OAC IN pH 7 b.-ELIMINACION DEL EXCESO DE AMONIO CON ALCOHOL ETILICO c.-DESTILACION DEL NH_4 ABSORBIDO	m. e./100 gr de SUELO
CACIONES CAMBIANLES K Na Ca Mg	FOTOMETRO DE LLAMA FOTOMETRO DE LLAMA TITULACION CON E.D.T.A.O.N AMARILLO THYAZOL	m. e./100 gr m. e./100 gr m. e./100 gr m. e./100 gr

T.F.S.A. = Tierra fina seca al aire

m.e. = Millequivalentes

ppm. = Partes por millón

Para el caso del fósforo y potasio los resultados de laboratorio se dan en p.p.m. que significa partes por millón (1mg de fósforo por kg de suelo); así por ejemplos 6 p.p.m. de fósforo significa que en 1'000,000 de kg de suelo hay 6 kg de fósforo, y por lo tanto en la capa arable habrá:

La capa arable son los primeros 20 cm. del suelo. Considerando que tiene una densidad aparente promedio de 1.25 cm., el peso de capa arable será de 2,500 T.M. o sea 2'500,000 Kg/Ha. La cantidad de fósforo en la capa arable es:

$$\begin{array}{rcl} 1'000,000 \text{ Kg} & \dots & 6 \text{ Kg fósforo} \\ 2'500,000 \text{ Kg} & \dots & X \end{array}$$

$$X = 15 \text{ Kg de fósforo por hectárea.}$$

En el comercio, el fósforo de los fertilizantes se presenta en forma de P_2O_5 ;por lo tanto:

$$\begin{array}{l} \text{Kg P} \times 2.29 = \text{Kg } P_2O_5 \text{ 15} \times 2.29 = \\ 34.35 \text{ Kg de } P_2O_5 \text{ /Há.} \end{array}$$

Para encontrar la cantidad de K_2O en el suelo, se multiplica los Kg. de K x 0.93 = Kg K 0/Há.

El laboratorio de análisis de suelos de la Universidad de Cajamarca, en base a los resultados de los análisis de suelos, imparte las recomendaciones de fertilización para los diferentes cultivos de la zona.



En este capítulo se trata principalmente el problema de la acidez y su corrección para los suelos altoandinos, la erosión y su control, así como el empleo de prácticas agronómicas con fines de control(1).

6.1 LOS SUELOS ÁCIDOS Y SU CORRECCIÓN

Una, de las características importantes del suelo, relacionada con la producción, es la reacción química; esta propiedad nos permite evaluar la potencialidad productiva del suelo y su posible uso.

La acidez es una característica que se encuentra bastante acentuada en suelos tropicales húmedos y en zonas de sierra, debido a que las precipitaciones (lluvias) originan la lixiviación de cationes intercambiables, produciendo un aumento de hidrógeno y otros cationes que provocan acidez.

La reacción es una propiedad importante, porque influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Esta característica se mide por medio del pH, con la ayuda del potenciómetro en el laboratorio; permite cuantificar la actividad de los iones hidrógeno en el suelo.

A . FUENTES DE ACIDEZ

La acidez de los suelos proviene de diferentes causas; estas pueden ser de naturaleza inorgánica, orgánica y acidez soluble, y fundamentalmente por el lavado de cationes por efecto de las lluvias.

a. Fuentes inorgánicas

Los que más influyen en la acidez son los coloides arcillosos, debido a que estos minerales tienden a cubrirse con una delgada capa de óxidos hidratados de aluminio (intercambiable), al cual se le considera la reserva de hidrogeniones, ya que a par-

(1) Información sobre prácticas mecánico-estructurales en H-1, H-2, H-3, H-4 y H-5.

tir de ellos se genera acidez activa en los suelos.

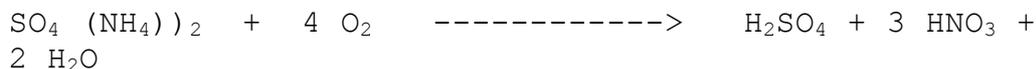
b Fuentes orgánicas

La materia orgánica en la fase de humus (sustancia orgánica descompuesta con una relación C/N = 1/10 aproximadamente) tiene una alta capacidad de almacenamiento de humedad: las cargas negativas de la periferie se deben al predominio de radicales ácidos de tipo carboxílico (-COOH), farrólicos (-OH) y de función cetónica en forma enólica (-COH).

c) Acidos solubles

Estas fuentes de hidrogeniones sonde menor importancia; se refieren a la presencia en el suelo de ciertos ácidos solubles que se producen en diferentes cantidades, debido a la actividad biológica y prácticas; agrícolas; entre estos podemos citar los siguientes:

1.- Aplicaciones intensivas de sulfato y nitrato de amonio en suelos de poca capacidad tampón, resultando acumulaciones de ácido nítrico y ácido sulfúrico; ejemplo, la nitrificación del sulfato de amonio se produce de la siguiente manera:



Sulfato de	oxígeno	Acido	Acido
Agua			
Amonio		Sulfúrico	
Nítrico			

2. Oxidación rápida da piritas (FeS₂) a través del drenaje de suelos inundados, resultando H₂SO₄ (ácido sulfúrico que es fuente de iones H).

3.- Mineralización de la materia orgánica, originando gran cantidad de ácidos orgánicos y solubles (ácidos: cítrico, malico, succínico, etc.).

d). Las precipitaciones

En climas húmedos (suelos expuestos a fuertes precipitaciones) tal como los trópicos húmedos y la sierra, se produce un reemplazo progresivo de las bases cambiabiles del suelo (calcio, magnesio, potasio, sodio, etc) por iones hidrógenos (H^+) y el aluminio (Al^{3+}), dando como consecuencia la formación de suelos con problemas de acidez.

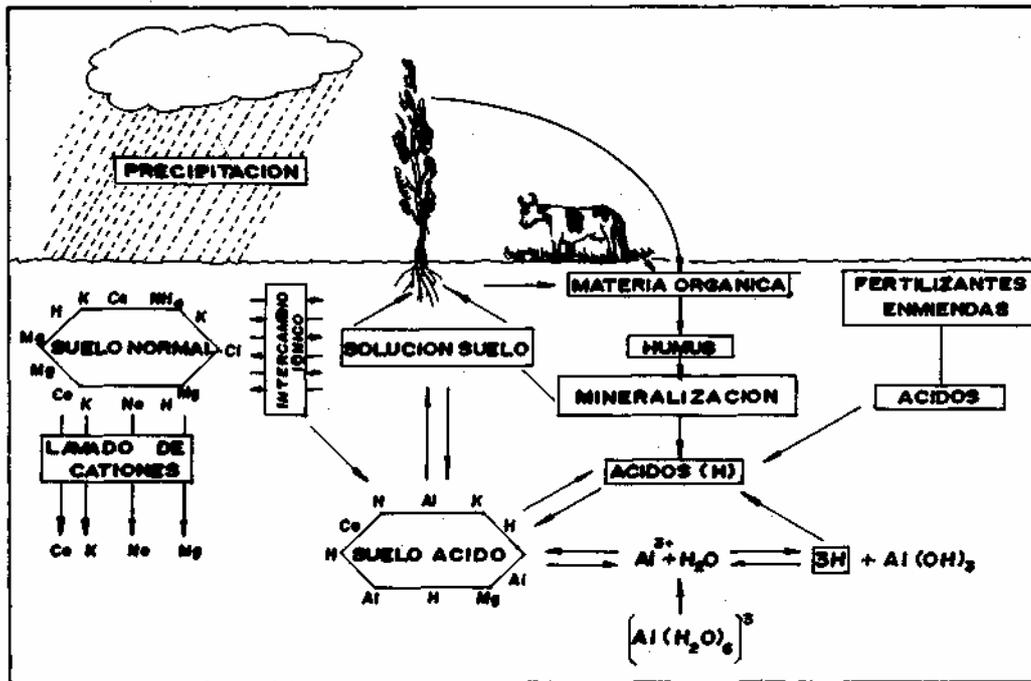


FIG. N° 21 CAUSAS DE LA ACIDEZ DEL SUELO.

B. EL pH Y SU INFLUENCIA SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO

a. En el aspecto físico

Es indirecto, lo cual tiene que ver con el porcentaje de saturación de bases del complejo arcillo húmico. En suelos ácidos, produce estructuras muy duras, con agregados muy unidos, y el tipo de mineral de arcilla asociado a estas condiciones **tiene** una baja capacidad retentiva de humedad.

b. En el aspecto químico)

En condiciones de fuerte acidez aumenta en el suelo la proporción de aluminio y manganeso en la cubierta iónica del complejo de cambio; paralelamente la de H^+ y los iones Ca, Mg, K, etc. disminuyen; por lo tanto el volumen de saturación de bases es bajo, lo cual está en función de la acidez.

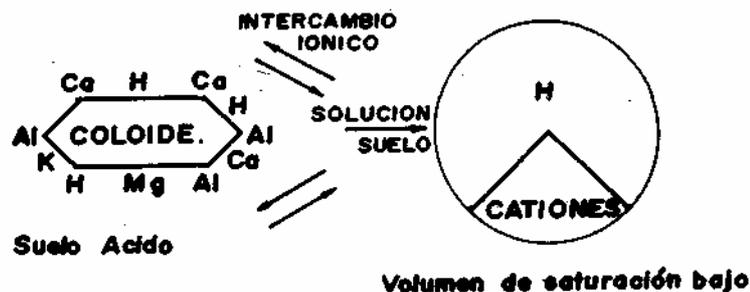


FIG. N° 22

En estos suelos, el fósforo disminuye su disponibilidad por su precipitación con el hierro y el aluminio (Fijación).

c. En el aspecto biológico

La acidez disminuye la fijación simbiótica del nitrógeno, en vista que las bacterias requieren un rango de pH más bajo que las plantas superiores,

El pH tiene una gran influencia sobre la microflora y microfauna presente en suelo y su actividad. Asimismo, conforme la acidez aumenta, la microflora cambia de bacterias y actinomicetos hacia hongos, aunque persisten especies individuales de bacterias tolerantes. De esta manera la acidez afecta la mineralización de la materia orgánica y con ella la del nitrógeno, fósforo y azufre.

C. CAUSAS DEL MAL DESARROLLO DE LAS PLANTAS EN SUELOS ÁCIDOS

El mal desarrollo de las plantas en suelos ácidos ha sido atribuido a un sinnúmero de factores. Los factores principales directos que causan el mal desarrollo, son la toxicidad de aluminio y manganeso y la deficiencia de magnesio, calcio y molibdeno.

a) Toxicidad de aluminio

La concentración de aluminio en la solución suelo, cuando es mayor de 1 p.p.m. (partes por millón), frecuentemente es causa directa de la reducción de los rendimientos; el daño directo es al sistema radicular.

El desarrollo radicular se restringe y las raíces se vuelven más gruesas y presentan puntos necróticos (muertos), ésto se comprobó en papa y tabaco.

El aluminio tiende a acumularse en las raíces, impidiendo la absorción y el traslado de calcio y fósforo a la parte aérea; de esta manera la toxicidad aluminica puede producir o acentuar la deficiencia de calcio y fósforo.

b. Toxicidad del manganeso

El manganeso es muy soluble a valores de pH menores de 5.5; si este elemento está presente en cantidades suficientes, puede haber toxicidad de manganeso conjuntamente con toxicidad de aluminio. El manganeso parece no afectar directamente al sistema radicular y puede reducir el crecimiento al afectar a la parte aérea; el grado de toxicidad está relacionado a su acumulación en la parte aérea y no en las raíces. La característica es una clorosis marginal y una distorsión de las hojas jóvenes, asociadas con acumulación localizada de manganeso en el tejido foliar; una toxicidad severa hace que la raíz se torne de color café, pero después que el follaje ha sido afectado.

c. Deficiencia de calcio y magnesio

Aunque el aluminio es el principal culpable, el crecimiento deficiente en suelos ácidos también se puede deber a deficiencias directas de calcio y magnesio, ya que, en estos suelos el lavado de cationes origina un bajo volumen de saturación; en muchos cultivos, tales como maíz y papa, se pueden presentar síntomas de deficiencia de estos elementos (clorosis).

d. Deficiencia de molibdeno)

La solubilidad y disponibilidad de molibdeno (Ka) es baja en suelos ácidos y aumenta considerablemente cuando los suelos están encalados» Dado que el molibdeno es esencial en la fijación simbiótica de nitrógeno, las leguminosas son los primeros cultivos que demuestran una deficiencia de molibdeno.

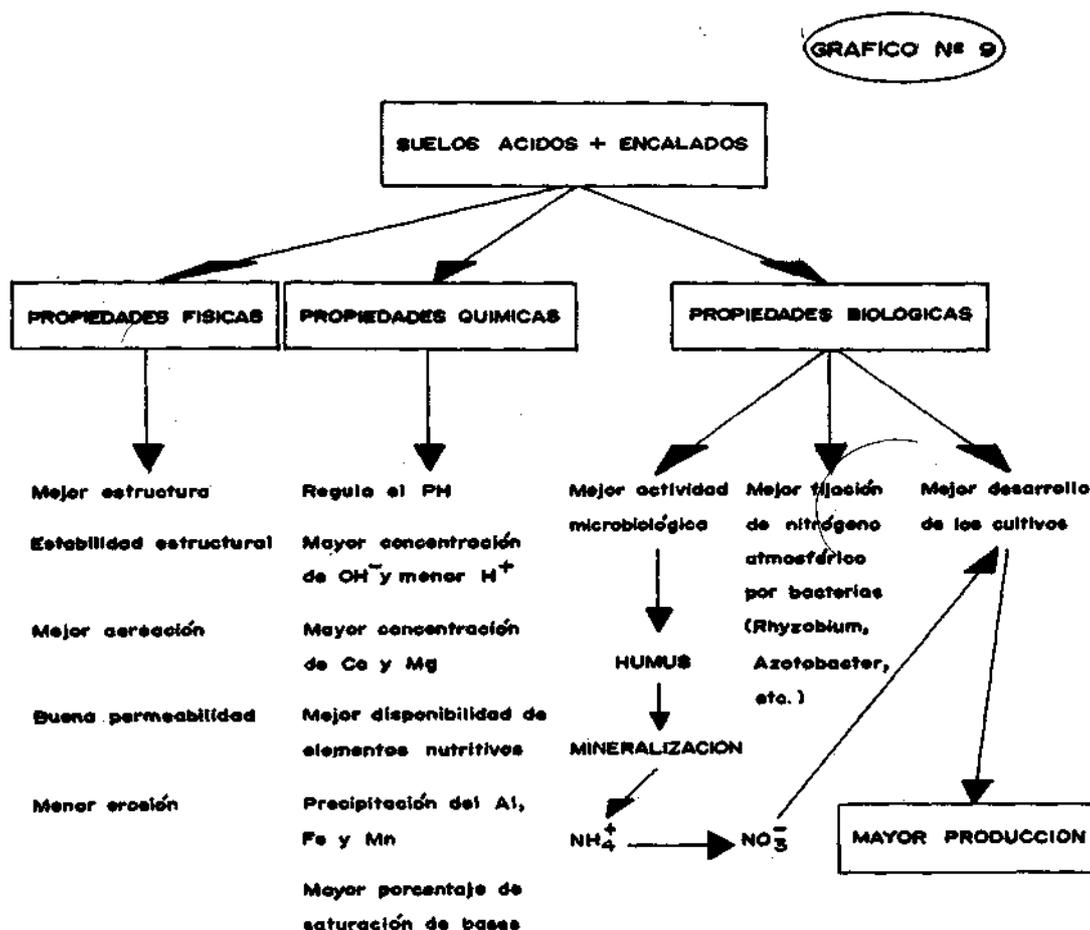
D FORMA DE CORREGIR LA ACIDEZ

a El encalado

La corrección de los suelos ácidos es una práctica que se realiza mediante la aplicación de cal. En este aspecto una CAL AGRÍCOLA, es definida como aquel material cuyos compuestos de calcio y magnesio son capaces de neutralizar la acidez del suelo. Este material puede ser la cal viva (CaO), la cal apagada Ca(OH) , las calizas calcáreas y dolomíticas (CO₃Ca.CO₃Mg), las margas y sub-productos como las escorias thomas; a esta práctica agrícola se le denomina el encalado de los suelos o el mejoramiento de los suelos ácidos.

Beneficios del encalado

La aplicación de cal influye en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, siempre y cuando las cantidades aplicadas sean las más adecuadas.



b Las enmiendas calcáreas

El encalado significa la aplicación de cualquier material de cal al suelo, para lograr una adecuada producción de los cultivos. Existen diferentes fuentes de cal utilizadas para estos propósitos, entre las cuales podemos citar las siguientes:

b.1 Carbonatos de calcio (CO₃Ca) y carbonatos mezclados de calcio y magnesio llamados dolomitas (CO₃Ca.CO₃Mg).

Los carbonatos de calcio y magnesio (dolomitas) se hallan ampliamente distribuidos en la naturaleza en diferentes formas. El carbonato de calcio cristalino es denominado calcita o piedra calcica. El carbonato calcico magnésico

cristalino es conocido como dolomita cuando el carbonato calcico y el carbonato magnésico se hallan en proporciones equimoleculares.

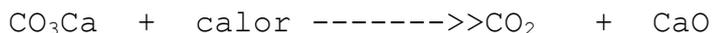
Estos productos, para ser usados con fines agrícolas, deben ser finamente molidos; la caliza se hace más eficaz. mediante una molienda que debe ser tanto más fina cuanto más dura sea la roca. La simple fargmentación es suficiente si la roca es muy blanda (creta). Las calizas molidas se caracterizan por su contenido en cal (CaO) de 45 a 56% en forma de carbonato.

El carbonato es sólo ligeramente soluble en agua, sin embargo su solubilidad aumenta si el agua está saturada con CO₂ a la temperatura ordinaria y da lugar a la formación de bicarbonato que es más soluble.



b.2 Oxido de calcio (CaO)

También llamada cal quemada o cal viva (cal rápida), se produce por medio de la cocción a altas temperaturas de la piedra caliza.



De 100 Kg de CO₃Ca se libera aproximadamente 44 Kg de Ca y se obtiene 56 Kg de CaO. La riqueza en cal varía de 75 a 95% de CaO, dependiendo de la pureza de la caliza. El poder neutralizante es de 179%, comparado con el carbonato de calcio puro.

b.3 Hidróxido de calcio Ca(OH)₂

Se llama también cal apagada; se forma agregando a la cal viva una pequeña cantidad de agua.



La cal viva tratada con agua produce cambios físicos tales como aumento de volumen en dos o tres veces; la riqueza del producto final es de 50 a 72% de CaO en forma de hidróxidos.

b.4 Otras fuentes de cal

1. Cenizas de cal

Son fragmentos de cal mezclada con cenizas (5 a 10%) que han pasado a través de las panillas del horno y tienen una riqueza de 40 a 70% de CaO.

2. Margas

Son depósitos no consolidados de carbonato de calcio. Están frecuentemente mezclados con tierra y usualmente muy húmedos. Las margas son pobres en magnesio, su valor como material de adición de cal depende de la cantidad de barro que contenga.

En Cajamarca existen muchos suelos con problemas de acidez, y a veces muy pronunciados, con más de 5 m.e/100 de aluminio intercambiable; sin embargo, también existen una gran cantidad de suelos calcáreos (Cajamarca, Conde-bamba, Cajabamba, Cachachi, Ichocán, etc); en estos casos el calcáreo se encuentra en forma pulverulenta, rocas calcáreas coherentes y conglomeradas calcáreas.

c. Necesidades de cal de los suelos

Se entiende como necesidad de encalado a la cantidad de material de enmienda que se debe aplicar al suelo, para producir una elevación a un determinado pH; por lo general se expresa en cantidades de CO_3Ca a aplicar por unidad de superficie.

Todas las recomendaciones que se pueden hacer sobre las cantidades de cal a aplicar son simples apreciaciones.

Existe una serie de factores relacionados con este problema, así por ejemplo el tipo de suelo (textura), grado de acidez, cultivo a implantar, el clima, cantidad de materia orgánica del suelo, etc., el más importante es el poder tampón de los suelos,

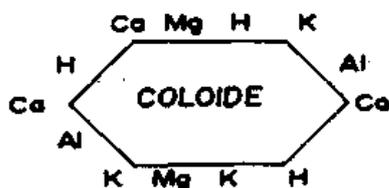
c.1 El poder tampón de los suelos

La capacidad tampón se determina por las características del complejo de intercambio catiónico y se define como la resistencia que está presente al cambio de pH, debido a la adición de iones H^+ u OH^- .

Los suelos que tienen buen contenido de arcilla y humus gozan de valores altos de capacidad de catión de cambio, por lo tanto tienen más resistencia a los cambios de pH por tener mayor capacidad de almacenamiento de cationes.

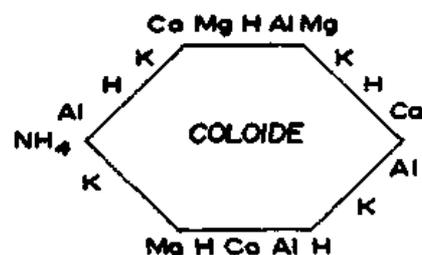
El requerimiento de cal de un suelo no sólo está relacionado al valor de pH, sino principalmente a su capacidad tampón o de cambio catiónico riel suelo. A mayor capacidad de resistencia de un suelo a los cambios de la reacción, mayor serán las cantidades de cal a aplicar para variar su pH. Esto nos está indicando que no se puede agregar en forma indiscriminada cal a los suelos, sino que se debe recurrir a métodos adecuados para conocer las necesidades reales de cal.

c. c. c. = 8m.e./100gr.



- Suelo con menor capacidad de catión de cambio.
- Menor efecto tampón.
- Menor resistencia al cambio de pH.
- Menores requerimientos de cal para corregir la acidez.
- Mayor frecuencia de aplicación de cal para mantener el pH programado.

c. c. c. = 20m.e./100gr.



- Suelo con mayor capacidad de catión de cambio.
- Mayor efecto tampón.
- Mayor resistencia al cambio de pH.
- Mayores requerimientos de cal para corregir la acidez.
- Menor frecuencia de aplicación de cal para mantener el pH programado.

c.c.c = capacidad de catión de cambio, expresado en m.e. (miliequivalentes).

Existen diferentes métodos para conocer las necesidades de cal de los suelos, los mismos que se realizan en el laboratorio; se propone un ejemplo basado en el porcentaje de saturación de bases.

Los suelos deben tener un volumen de saturación de 70 a 80%, considerándose como ideales desde el punto de vista agrícola; cuando este valor es menor del 50%, es conveniente aplicar cal hasta elevar este volumen a un valor dado.

Ejemplo:

Tenemos un suelo cuyo valor de su c.c.c. es de 12 m.e./100 gr; el volumen de saturación es de 50% y deseamos elevar este volumen a un 70% ¿Qué cantidad de cal se necesita para lograr este objetivo, en un suelo que tiene una densidad aparente de 1.2 gr/cc y a una profundidad de 20 cm?

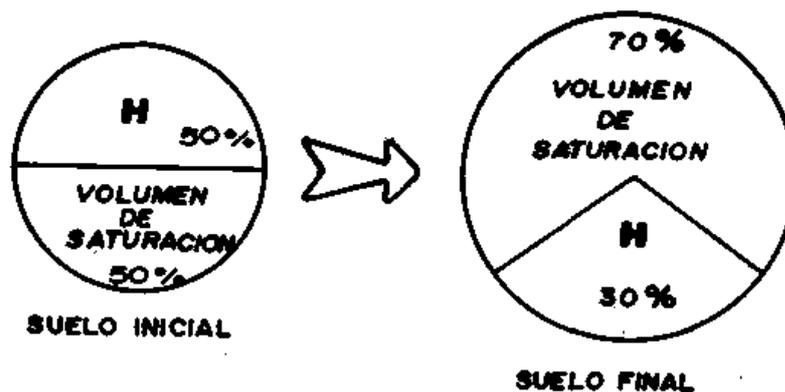


FIG. N° 23

$$\text{c.c.c.} = 12 \text{ m.e./100 gr}$$

$$\text{V. S.} = 50\%$$

Se desea elevar al 70%, por lo tanto hay un déficit de 20% que equivale a 2.4 m.e./100 gr.

El peso de una hectárea es:

$$10,000 \text{ m}^2 \text{ (1 Há)} \times 1.2 \text{ gr/cm}^3 \times 20 \text{ cm}$$

El peso de una hectárea es de 2,400 T.M.

$$\begin{array}{rcl} 2.4 \text{ m.e. de Ca} & \dots\dots\dots & 0.1 \text{ Kg suelo} \\ X & \dots\dots\dots & 2'400,000 \text{ Kg suelo (1 Há)} \end{array}$$

$$X = 57'600,000 \text{ m.e.Ca necesidades del suelo.}$$

$$1 \text{ m.e. Ca} = 0.02 \text{ gr Ca (40/2} \times 1/100)$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ m.e Ca} & \dots\dots\dots & 0.02 \text{ gr de Ca} \\
 57'600,000 \text{ m.e.} & \dots\dots\dots & X
 \end{array}$$

$$X = 1'152,000 \text{ gr de Ca} = 1,152 \text{ Kg Ca}$$

En el mercado existen diferentes fuentes de cal que hemos mencionado anteriormente, por lo tanto haciendo las conversiones, las cantidades a usar serán:

CO_3Ca = peso molecular 100

CaO = peso molecular 56

Ca = peso molecular 40

$$\frac{\text{Ca } 40}{\text{CO}_3\text{Ca } 100} = \frac{1,152}{X}$$

$$X = \frac{100 \times 1,152}{40} = 2,880 \text{ Kg de CO}_3\text{Ca}$$

$$\frac{\text{Ca } 40}{\text{CaO } 56} = \frac{1,152}{X}$$

$$X = \frac{56 \times 1,152}{40} = 822.8 \text{ Kg de CaO}$$

O sea para elevar el volumen de saturación del suelo a 70% y a 20 cm de profundidad, se necesita 2,880 Kg de CO_3Ca ó 822.8 Kg de CaO .

d. Epocas de aplicación de la cal

Se debe tener en cuenta el tipo de rotación, la fuente de cal a emplear y el tipo de suelo. La cal puede ser aplicada en cualquier tiempo, pero es aconsejable incorporarla con algunos meses de anticipación a la siembra para dejar el tiempo necesario para que la cal reaccione en el suelo; en caso contrario, si se realiza con unos días de anticipación a la siembra, se

pueden presentar daños tanto en las semillas en germinación como a las plantas en desarrollo.

e. Métodos de aplicación de cal

El encalado se puede realizar a mano o con el uso de maquinaria agrícola; lo importante es que se aplique en la zona de influencia del sistema radicular; para ello se puede aprovechar las operaciones de preparación del terreno para uniformizar y enterrar la cal. La aplicación se puede realizar antes del disqueo o rastreo en el proceso de labranza, en cuyo caso se obtiene una mezcla adecuada. El disco profundo es particularmente efectivo en estos casos.

Cuando se trata de frutales, el encalado se debe hacer en la proyección de la copa, muy semejante a la aplicación de fertilizantes.

Para aplicar la cal, también se puede usar un esparcidor de estiércol; lo más importante es la uniformidad de distribución en el campo.

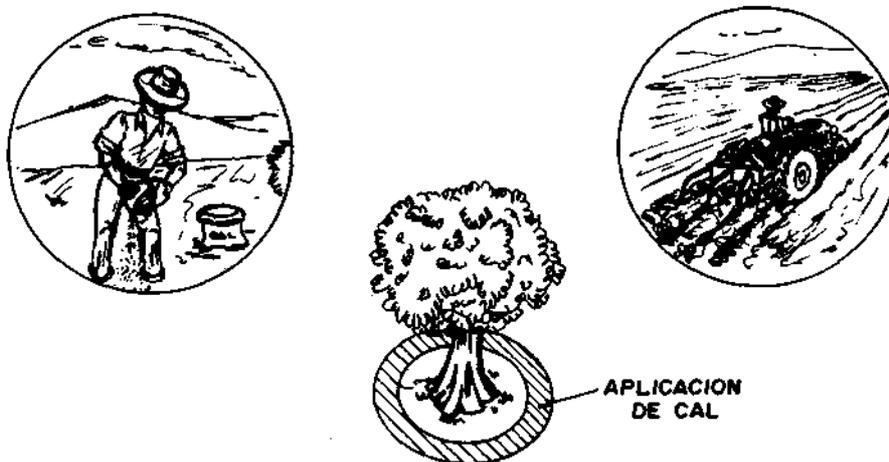


FIG. N° 24

E. EL SOBRE-ENCALADO

Es conveniente aplicar las necesidades reales de cal a los suelos, porque **los** excesos (sobre-encalado) pueden resultar más perjudiciales que la misma acidez del suelo.

Los excesos de cal pueden causar los siguientes efectos:

- a. Disminuir el rendimiento de los cultivos.
- b. Deterioro de la estructura del suelo.
- c. Puede originar deficiencia de hierro, magnesio, cobre y zinc.
- d. El aprovechamiento de fosfatos puede decrecer debido a la formación de fosfatos complejos de calcio insoluble (fijación).
- e. La absorción de fósforo por las plantas y sobre todo su uso metabólico puede ser interferido,
- f. Efecto antagónico del calcio frente a otros elementos tal como el Mg, K, etc., pudiendo presentar las plantas deficiencias de estos elementos.

F. CONCLUSIONES

1. Es necesario neutralizar los suelos ácidos hasta la neutralidad teórica (pH 7).
2. Entre 6 y 6.5, las condiciones son en general favorables a la buena alimentación de las cosechas.
3. Es preciso analizar los suelos para conocer su estado calcico y hacer las correcciones necesarias en base a los resultados obtenidos.
4. Es necesario distinguir bien el encalado de fondo, del encalado de mantenimiento.

El encalado de fondo

Se llama también dosis de corrección; son las cantidades necesi-

rias de cal para elevar el pH al valor deseado.

Dosis de mantenimiento

Son las cantidades necesarias para conservar el pH en el valor deseado.

6.2 EROSION DEL SUELO

A. DEFINICIÓN

Es el desprendimiento y arrastre del suelo causado por el agua o por el viento, o su remoción en masa.

Hay dos clases de erosión:

- La erosión geológica o natural, que se produce por la dinámica del medio ambiente, como el agua de las lluvias, la corriente de los ríos, la temperatura, la gravedad. Esta erosión es imperceptible y tiende a buscar estabilidad en la superficie y equilibrio entre el suelo, la vegetación, los animales y el agua.
- La erosión acelerada o antropica as propiciada por el hombre al romper el equilibrio entre los suelos, la vegetación y el agua o el viento.

El hombre favorece la acción erosiva del agua y el viento (especialmente en terrenos con pendiente pronunciada)., al usar sistemas y herramientas inadecuadas en los cultivos, al talar los bosques o quemar la vegetación, al construir obras o vías de comunicación.

De acuerdo a los agentes erosivos más importantes que actúan en la erosión acelerada, se conocen las siguientes formas:

a) Erosión eólica

Es causada por el viento en terrenos sueltos, localizados en regiones con variaciones altas de temperatura, poca pre-

cipitación y predominancia de vientos fuertes.

b Erosión hídrica

Es producida principalmente por efecto de la lluvia. El impacto de las gotas en el suelo, ocasiona el desprendimiento de sus partículas y su arrastre por el agua de escorrentía.

Esta erosión es favorecida por las pendientes y la heterogeneidad de los suelos.

B. CLASES DE EROSION HÍDRICA

Hay tres clases de erosión hídrica:

a) Erosión pluvial

Se debe al golpe de las gotas de lluvia sobre el suelo, las que, por la fuerza de la caída y el tamaño de las gotas, desprenden las partículas de los agregados del suelo y las dispersan. Las partículas finas forman una suspensión, para que luego el agua superficial las arrastre; iniciándose otras formas de erosión.

b. Erosión por escurrimiento

Se produce porque la intensidad de la lluvia es mayor que la capacidad de infiltración, produciéndose escorrentía que al fluir por terrenos con pendientes pronunciadas, ocasiona su arrastre.

Según la pendiente, cantidad de agua y clase de suelo, se presentan diferentes formas de esta erosión:

b.1 Escurrimiento difuso

Este tipo de erosión "normal" consiste en desplazamientos cortos de pequeñas partículas, o en la formación de surquitos temporales. Ocurre aún en terrenos con buena cobertura vegetal.

b.2 Erosión laminar

Es el arrastre uniforme y casi imperceptible de delgadas capas del suelo por mantos de agua, A veces durante la lluvia se forman surquitos por las rugosidades de la superficie, que cambian su curso y su forma. Esta erosión produce un desgaste de la superficie, quedando a veces una capa muy delgada de suelo; las raíces de las plantas están desnudas o se ha lavado completamente el suelo hasta aparecer el subsuelo o la roca. También se observan cambios de color en algunos lugares.

b.3 Erosión en surcos

Es causada por la escorrentía que discurre en surcos más o menos paralelos, independientes y durables; se inician en forma imperceptible, acentuándose permanentemente. Esta erosión se facilita en terrenos cultivados en el sentido de la pendiente. En pendientes menores al 20%, estos surcos pueden ser borrados con herramientas de labranza evitando que aumente su tamaño hasta formar cárcavas.

b.4. Erosión en cárcavas

Se producen cuando la escorrentía es mayor, produciendo surcos que se unen y forman zanjas de gran tamaño, conocidas como cárcavas, generalmente ramificadas, que no permiten el empleo de yuntas en la preparación del terreno.

b.5 Erosión regresiva o remontante

Es producida por la acumulación de agua por embalsamiento, que viene como consecuencia del arrastre de material; el agua retrocede hacia atrás.

b.6 Erosión por caminos

Los caminos en zig-zag producidos por el paso continuo del ganado (sobre-pastoreo), compacta el suelo, destruye la co-

bertura vegetal y origina áreas desnudas, surcos o carcavas.

c. Remoción en masa

Es el movimiento de una masa de suelo, causado por infiltración; puede ser de movimiento o flujo lento, o de flujo rápido como los derrumbes,

c.1 Deslizamientos

Son movimientos de suelo en masa, rápidos, que ocurren por saturación y aumento de peso de la masa. El agua infiltrada encuentra capas inferiores de texturas más finas o impermeables que facilitan el deslizamiento de la capa superior por lubricación y gravedad. Se favorece cuando se destruye la vegetación y se propicia la infiltración.

c.2. Derrumbes

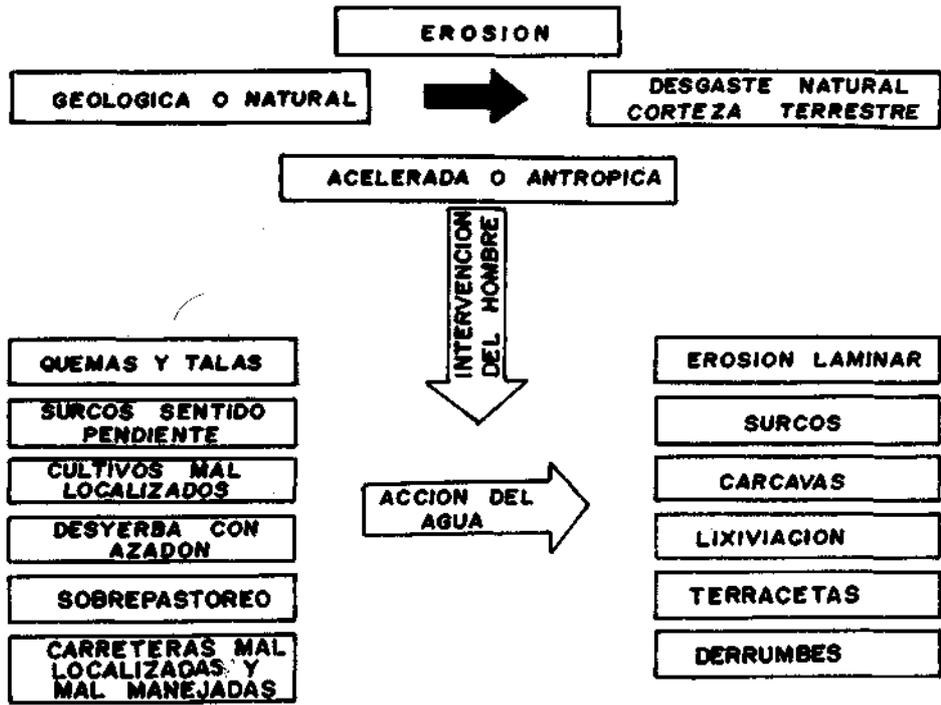
Son desmoronamientos progresivos, que se desplazan violentamente hacia abajo en terrenos con pendientes pronunciadas. Afectan toda clase de terrenos y es frecuente en carreteras y ríos, debido al desbalance de las laderas por socavamientos en su base.

c.3 Coladas de barro

Son remociones de flujo rápido en forma de lodo, ocasionados por sobresaturación de la capa superior de los suelos delgados, que sobrepasa el límite de saturación en terrenos con pendientes.

c.4 Solifluxión o reptación

Es un movimiento lento y progresivo del suelo, que ha llegado al límite de su saturación y que descansa sobre materiales arcillosos o rocas de baja permeabilidad, con planos favorables de deslizamiento, o sobre zonas con materia-



FACTORES Y EFECTOS DE LA EROSION DE LOS SUELOS

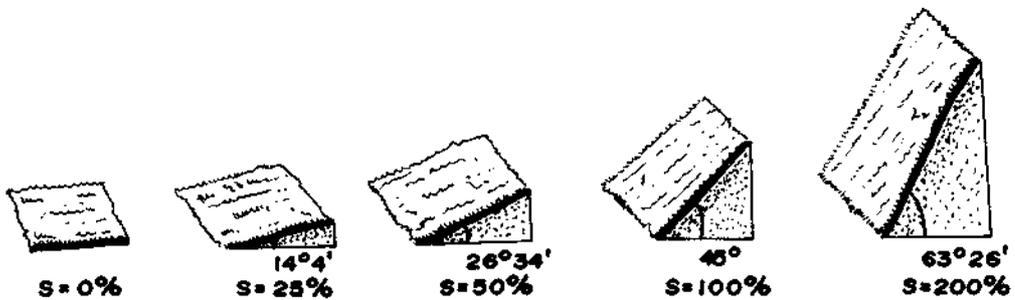
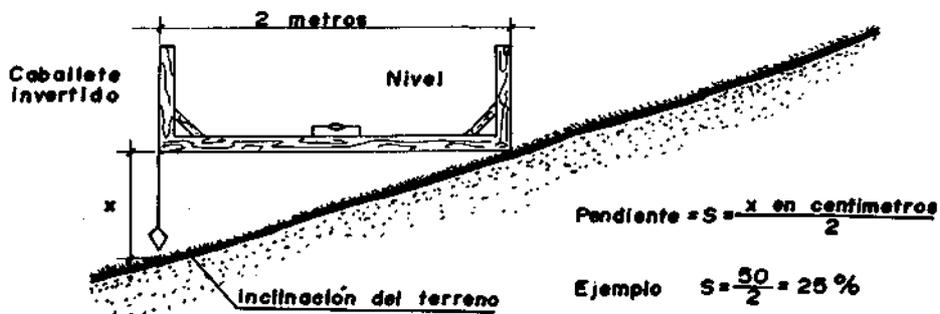


FIG. 25 MEDICION DE LA PENDIENTE CON UN CABALLETE DE 2 METROS. CORTE DE DIFERENTES GRADOS DE PENDIENTE

les metamórficos en estado avanzado de meteorización.

Estos problemas pueden ser ocasionados por aguas internas provenientes de infiltración o corrientes subterráneas. Se nota por la presencia de árboles o postes inclinados, hundimientos suaves que avanzan varios centímetros por año.

c.5 Hundimientos

Pueden ser rápidos o lentos. Los rápidos son causados por el lavado diferencial de materiales, por disoluciones, por socavación o por falla de los estratos subyacentes; se presentan en áreas con minas, con calizas cavernosas subyacentes y en áreas con corrientes subterráneas artesianas en estratos de materiales de baja estabilidad.

Los hundimientos lentos ocurren por consolidaciones naturales o sobrepesos.

c.6 Desprendimientos y desplomes

Son caídas rápidas de tierra o rocas producidas "en seco" por su peso y pérdida de cohesión. Se presentan en bordes o salientes de formaciones rocosas, formaciones esquistosas y conglomerados, entre otras.

6.3. EL CONTROL DE LA EROSION

Las prácticas de conservación de suelos en la mayoría de los casos deben estar sustentadas en métodos preventivos, de manera que permitan un uso y manejo adecuado del suelo y del agua sin peligro de erosión.

El control es el conjunto de prácticas y obras que tienen por objetivo evitar y detener los procesos erosivos y/o habilitar terrenos para su uso técnico-agropecuario o forestal. Muchos de los métodos de control son prácticas bio-culturales o mecánico-estructurales que se emplean como correctores de problemas concretos de erosión visibles o potenciales.

A. ETAPAS PARA ENCARAR LOS PROBLEMAS DE EROSION

- Observar cuidadosamente los problemas de erosión.
- Estudiar las condiciones dentro de las cuales ocurre el fenómeno (materia o causas de origen: suelo, clima, vegetación, topo-grafía, hombre, etc).
- Determinar cualitativa y cuantitativamente todas las causas que originan el problema.
- Elaborar un diagnóstico completo del mismo con antecedentes anteriores.
- Estudiar las alternativas de solución posibles y la forma como se controlarían.
- De las soluciones propuestas, elegir aquellas que estén más de acuerdo con el suelo, clima, las plantas, el hombre; teniendo en cuenta prioritariamente costos y eficiencia.
- Programar actividades, acciones y tareas en detalle para la realización de las obras y prácticas de control.
- Motivar al agricultor para garantizar su participación permanente en la programación y ejecución de actividades, acciones y tareas conservacionistas.
- Realizar las diferentes etapas programadas.
- Evaluar periódicamente el trabajo estableciendo posibles fallas y corregirlas (1)
- Mostrar permanentemente al agricultor los éxitos que se vayan alcanzando a fin de estimular su participación y se convierta en un elemento de cambio dentro de su comunidad.

(1) Para mayor información sobre evaluación, consultar Manual C-4.

B. CONTROL DE EROSION HIDRICA Y FLUVIAL

a. Erosión pluvial

El tratamiento consiste en mantener una buena cobertura vegetal, rastrera o arbustiva y en la conservación del "mulch".

Los taludes de carreteras y canales están expuestos también a este tipo de erosión y su control consiste en empastados o tratamiento de taludes con cubierta vegetal (1).

b) Laminar y en surco

Se manifiesta por la pérdida de espesor del suelo (capa arable), o aparición de surcos por concentración de escurrimiento} se presenta debido al deficiente uso del suelo y de prácticas de labranza, a la mala localización de cultivos en limpio, uso de azadón en terrenos con pendiente y por la ausencia de cobertura vegetal.

Entre las prácticas de control, se recomienda: establecimiento de surcos en contorno, mantenimiento de cobertura, deshierbos selectivos, barreras vivas e infraestructura para la evacuación de agua (zanjillas o acequias). También se recomienda, para corregir la erosión, en surcos, suprimir la entrada del agua de escorrentía por medio de acequias o canales de desviación (2).

c) Corrección de cárcavas

Se forman a causa de cultivos limpios en ladera, surcos en sentido de la pendiente, sobrepastoreo y falta de desagües protegidos.

Las cárcavas impiden el aprovechamiento de los suelos en áreas muchas veces significativas, si empleo de maquinaria} drenan terrenos adyacentes reseándolos y favorecen el escurrimiento concentrado; tienden a aumentar su tamaño y son fuente de sedi-

(1) Para mayor información consultar Manuales D-3 y H-5.

(2) Para mayor información, consultar Manuales del Bloque Temático H.

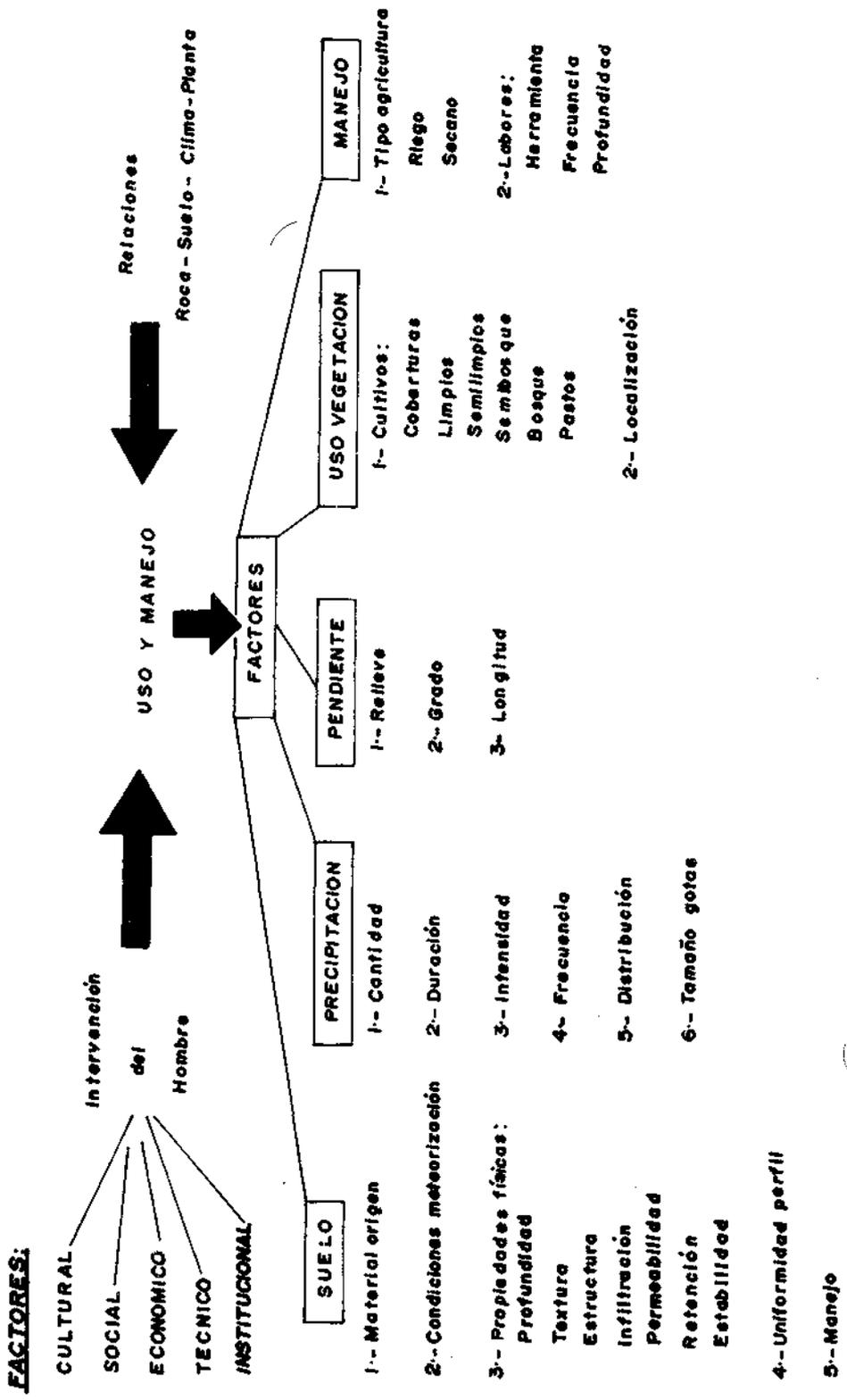


GRAFICO N.º 10 RELACION ENTRE EL USO Y MANEJO DE LOS SUELOS Y LOS FACTORES DE EROSION

mentos de quebradas y ríos, que impactan seriamente áreas, infraestructura, otros bienes y aún vidas en zonas bajas de la cuenca,

Se corrige, mediante:

c.1 Emparejamiento del terreno

Si las zanjias o surcos secundarios no son muy grandes, debe emparejarse el terreno, borrándolos o rellenándolos en la forma más económica (participación comunitaria para este fin: es importante).

c.2 Suavización de taludes

Cuando los bordes de las zanjias o cárcavas son muy perfilados, se desmoronan con facilidad favoreciendo la ampliación.

Para evitarla es recomendable suavizar o rebajar las paredes abruptas, dándole un talud conveniente que favorezca una vegetación densa y detenga el deslizamiento del terreno (aplicable sólo para determinados casos).

c.3 Construcción de defensas

Con defensas artificiales, como diques, barreras, escalones o saltos, convenientemente distanciados y de construcción económica, empleando materiales disponibles de la región (troncos, ramas, estacas, piedras, escombros, etc).

Son obstáculos que se levantan en el interior de las cárcavas o zanjias, para frenar o reducir el avance e impacto del agua y propiciar la humedad y la retención y acumulación de sedimentos. Se debe preferir estacas cuando se usan éstas de plantas que retoñen, como sauce, molle, que prosperan bien en la zona (1)

(1) : Para mayor información, consultar el Manual H-7 "Control de Cárcavas".

d. Remoción en masa

En áreas susceptibles, se debe evitar las infiltraciones, por medio de acequias de desviación y drenajes. Se debe reforestar con especies de porte bajo o medio; no se debe construir vías u obras de ingeniería, ni reforestar con árboles de fuste alto y pesados que agravarían el problema.

Las sangrías en los taludes o barrancos se deben practicar mediante filtros o drenes horizontales, los cuales han dado buenos resultados.

e. Control de derrumbe

Ocurren por **saturación** de aguas de las capas superiores (aumento de peso), cuando la pendiente es favorable y hay movimiento de agua en las capas inferiores, formando planos de deslizamiento. La saturación es favorecida por el exceso de lluvia o cuando se vierten aguas de escorrentía de áreas superiores a terrenos muy permeables; o por nacimientos de agua.

Para controlar los derrumbes causados por infiltración, se recomienda:

- Ampliar y profundizar las grietas; sellarlas con arcilla bien apisonada (aplicable en determinados casos).
- Localizar las filtraciones y sus fuentes.
- Drenar las aguas fuera del área de derrumbe, por medio de "sangrías", zanjas o canales, canaletas o tuberías, hasta un desagüe natural que no cause daño.
- A unos 5 - 20 m de la cabecera del área habilitar un canal de desagüe.
- Impedir en lo posible infiltraciones causadas por las lluvias, en las partes altas del área afectada.
- Suavizar la superficie del derrumbe y practicar taludes en los bordes y partes no desprendidas.

- Cercar a distancia prudencial el área de derrumbe; propiciar que prospere la vegetación natural,
- Propiciar la invasión de coberturas densas (kikuyo).
- Sembrar barreras vivas dobles o triples, por las orillas del derrumbe, para evitar que éste se ensanche.
- Construir obras de contención, empalizadas, muros y gaviones.

f. Erosión en carreteras

Los caminos y carreteras de diferente categoría, por su diseño de construcción, cortan el escurrimiento natural y difuso de las laderas; lo concentran en cunetas, alcantarillas u otros tipos de desagües; desestabilizan los terrenos con socavamientos (1)

f.1 Taludes

En la construcción de taludes se realizarán inclinados, dependiendo la inclinación de la clase de material del terreno. La inclinación facilita la siembra o trasplante de especies protectoras (vegetación nativa, rastrera o pastos propios de la zona).

Para otros materiales menos compactos o estables, se debe tener en cuenta el ángulo de reposo del material.

En formaciones estables (cenizas volcánicas, tobas, arcillas compactas, conglomerados estables, y roca firme) resulta mejor dejar el talud vertical.

f.2 Franjas protectoras

Una franja amplia a lado y lado de las carreteras, sembrada con plantas protectoras, es una gran medida para cortar o evitar los derrumbes y "negativos". Se debe restringir la siembra de cultivos en limpio y construcciones cerca de

(1) Para mayor información, consultar Manuales H-88 "Alcantarillas" e I-4 "Infraestructura Vial".

los taludes.

f.3 Cunetas

Paralelo a caminos y carreteras, es necesario la construcción de cunetas de profundidad y ancho variables; en lo posible serán revestidas o se favorecerá que prospere cubierta vegetal para evitar o limitar su erosión, infiltraciones y que constituyan focos de sedimentos; donde sea necesario, se construirá cajas para evacuar el agua posibilitando el mantenimiento periódico de las mismas.

f.4 Desagües

Los desagües naturales que atraviesan las carreteras deben estar protegidos por vegetación y obras transversales (diques de piedra, muros badén, etc.) antes de llegar a la vía y aguas abajo.

Cuando se recoge volúmenes significativos de agua en las cunetas, es necesario evacuarlas por medio de acequias de derivación hacia un cauce.

f.5 Control de derrumbes

Existen dos tipos de derrumbes:

- Superiores.- Que caen sobre las carreteras tapándolas, ocasionando perjuicios de diferente índole.
- Negativos.- Son los que se producen en la parte baja de los caminos construidos en zonas de ladera; afectan por ejemplo la base de muros de contención, alcantarillas, etc.

Su control depende de la índole del tramo afectado.

g. Erosión fluvial

Se manifiesta por enturbamiento de las aguas, fluctuaciones grandes de los caudales y alteración de las orillas en forma de derrumbes, socavamientos, desplomes, o meandros de cauces

de los ríos o quebradas.

La protección de los ríos y quebradas dependerá de la regularización de la escorrentía en las partes altas de las cuencas mediante programas de forestación o reforestación, prácticas agrostológicas, obras de fijación de sedimento, y localización y manejo de cultivos; así mismo por el establecimiento de obras de protección en las orillas del cauce.

La principal causa de la erosión fluvial es la falta de protección de las orillas con vegetación natural, por lo que se debe controlar con empalizadas y arborización de una faja a lado y lado de las corrientes de agua.

6.4 PRACTICAS AGRONOMICAS CON FINES DE CONTROL DE LA EROSION

Las prácticas culturales más aplicables, por sus bajos costos o porque son fácilmente adaptables a las labores que actualmente realizan los agricultores, son las siguientes:

A. LOCALIZACION DE CULTIVOS

Para incidir en la conservación, el primer paso es la localización de los cultivos, por lo cual es necesario conocer sus posibles efectos sobre la erosión; además se debe igualmente tener en cuenta los criterios técnicos de suelos, ecológicos y económicos que afectan y son afectados por la localización de los cultivos. Las explotaciones más frecuentes, podrán clasificarse en el siguiente orden, de mayor a menor peligro de erosión:

a. Cultivos limpios

Requieren siembras y deshierbos muy frecuentes (maíz, frijol, hortalizas, papa, entre otros); este tipo de cultivo, desde el punto de vista de conservación, se ubica en pendientes menores del 20%, considerando prácticas culturales de conserva-

ción (fajas alternas, curvas a nivel, rotaciones, etc.).

b. Cultivos semi-limpios

Se consideran entre ellos los forestales y otros, que ofrecen baja protección al suelo contra la erosión (dependiendo de las especies forestales y de los sistemas de plantación); se localizarán en áreas de fuerte pendiente, principalmente si la finalidad es la protección de áreas.

c). Cultivos densos

Como pastos de corte, que tienen buen sistema radicular y macollamiento. Pueden localizarse en pendientes de 50% o mayores, en suelos resistentes a la erosión; se deben practicar cultivos en contorno y evitar el uso del azadón.

d) Cultivos de semi-bosque)

Por ejemplo, frutales nativos, los que tienen buena producción de mulch y coberturas naturales. Localizados en pendientes del 40%, en suelos altamente resistentes a la erosión; se deben practicar deshierbos selectivos, desvío de aguas, etc.

e) Pastos

Las praderas manejadas racionalmente, en pendientes mayores del 50% y evitando el sobrepastoreo, constituyen buena práctica conservacionista (1).

f) Bosques

Si son bosques comerciales, pueden sembrarse en pendientes mayores del 50 %. Evitar el arrastre del mulch con desvío de aguas.

g) Bosques protectores

Deben localizarse en lugares de nacientes de aguas, en las már-

(1) Para mayor información, consultar Manual D-3

genes de las vías, ríos y corrientes de agua, así como en áreas con peligro potencial de erosión, buscando especies adecuadas y sin dificultad de crecimiento en cada una de las zonas mencionadas.

B. SIEMBRAS EN CONTORNO

Es la disposición de los cultivos en Hileras a través de la pen-diente, siguiendo las curvas de nivel. De esta manera cada surco, o hilera de plantas, forma un obstáculo o muro de retención para el agua de escorrentía y sedimentos de arrastre; esta práctica se debe complementar con labranzas en el mismo sentido. Implantar esta práctica para áreas con pendientes mayores del 5 %,

Cuando la pendiente es mayor del 10 %, esta práctica se deberá complementar con otras, como acequias de infiltración, barreras vivas y coberturas, según las necesidades.

C. COBERTURAS VEGETALES

Es la práctica de conservación de mayor eficiencia para la protección del suelo contra la erosión. Consiste en mantener una cubierta densa y permanente de plantas con sistema radicular superficial y de poca competencia con el cultivo. Las plantas de cobertura empleadas deben ser nativas y abundantes en la zona.

Esta cobertura, según el cultivo, se debe intercalar entre las calles o surcos y plantas; las mismas que amortiguan el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, a la vez que disminuyen la velocidad del agua de escorrentía; ejemplo de algunas plantas deseables para coberturas son:

- Todas las leguminosas rastreras.
- Kikuyo (Pennisetum clandestinum)

Plantas indeseables

- Todas las plantas trepadoras (no abundan en nuestra zona).

- Gramíneas, excepto algunas de corte cuando se utilizan como **barrera viva**.

D. BARRERAS VIVAS

Son hileras de plantas perennes de crecimiento denso, sembradas a través de la pendiente, en contorno o curvas de nivel.

Las barreras vivas reducen la velocidad y energía del agua de escorrentía y retienen el suelo arrastrado.

Se recomienda sembrar barreras simples o dobles en los bordes superiores de acequia de ladera, canales de desviación y drenajes, y a todo lo largo, con el fin de evitar la sedimentación de los canales.

También es recomendable establecer barreras vivas dobles o triples en los bordes de los derrumbes, barrancos y dentro de los mismos. Las plantas que actualmente se están utilizando, son el eucalipto (Eucalipto globulus), pino (Pinus radiata), molle (Schimus molle), sauco (Sambucus peruvianus), quinual (Polylepis racemosa), quishuar (Buldleia incana), aliso (Alnus jorullensis), penca o maguey (Agave americana).

Se siembran en surcos de 5 a 30 m de largo, dependiendo de la pendiente y resistencia del suelo a la erosión.

E. COBERTURA MUERTAS

Son los residuos vegetales provenientes de deshierbos, podas, desperdicios de cosecha, que se esparcen por el suelo con el fin de formar una cubierta protectora contra la erosión; es una labor que muy poco se practica; esta cubierta se utiliza con mayor frecuencia para elaborar los compost.

F. CULTIVOS EN FAJA

Consiste en sembrar especies que requieren deshierbos periódicos y otras labores de remoción del suelo; se siembran en fajas transversales, alternándose con otro cultivo que prospera en calles de coberturas densas (ejemplo quinua, kiwicha, arveja, frijol, etc.), con el fin de disminuir la velocidad del agua y aminorar el peligro de erosión.

En nuestro medio la mayoría de agricultores practican los cultivos en fajas, tanto en la zona baja, zona alta y jalea, con las especies que se adecuan a estas zonas.

El ancho de los cultivos en faja es relativo, debe estar en relación a la pendiente y al grado de susceptibilidad.

a) Surcos dobles

Consiste en sembrar hileras de 2 surcos en contorno, separadas entre sí por calles de mayor distancia.

Se emplean cultivos de altas densidades de siembra, con el fin de propiciar la cobertura vegetal en las calles, para contrarrestar los efectos de la erosión, facilitar la evacuación de aguas de escorrentía y el manejo de las plantas.

b Bloques transversales

En plantaciones perennes y densas, las fajas transversales se parten en bloques o sectores rodeados por calles con coberturas, que presentan las ventajas de manejo y conservación (se utiliza alfalfa, rye-grass).

G INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA (1)

Es importante devolver al suelo nuevas fuentes de materia orgánica mediante su incorporación. Las fuentes más utilizadas son: estiércol (vacuno, ovino y cuyes), residuos vegetales descompuestos (compost) y abonos verdes (leguminosas).

El efecto benéfico de la aplicación de abonos orgánicos se debe al suministro inmediato de sustancias nutritivas y al mejoramiento o mantenimiento de las condiciones físicas del suelo, tales como la granulación, estabilidad estructural y la relación aire-agua. Los abonos orgánicos son acondicionadores físicos del suelo de valor incalculable.

(1) Para mayor información, consultar el Manual D-16 "Agricultura Biológica".



Las actividades de capacitación y extensión que realiza el SESA, para el conocimiento, evaluación, conservación y manejo del suelo, son amplias y comprenden la realización de cursos y cursillos a diferente nivel; asesoramiento técnico a organismos públicos, privados y a los agricultores; realización de demostraciones de métodos, procedimientos, prácticas y acciones; mediante días de campo, visitas; elaboración de boletines, etc.

Los siguientes contenidos y procedimientos de extensión están siendo implementados a nivel de las Escuelas Azules y para los agricultores. Para dicho fin se encuentran en preparación los materiales y equipos necesarios (1).

7.1 FORMACIÓN DEL SUELO

A. COMO SE FORMARON LOS SUELOS

El suelo se formó por desgaste de la roca madre en forma sumamente lenta. Se requiere de 500 a 1,000 años para que se construya 8 cm de suelo superficial.

En la era de los glaciares, inmensas sábanas de hielo cubrieron y se desplazaron sobre la corteza terrestre, hace miles de años atrás. Estos movimientos provocaron el desgaste o molido de la roca en partículas de todos los tamaños.

Los cambios de temperatura también contribuyeron a formar el suelo. El sol calentaba las rocas durante el día y por la noche se enfriaban; la expansión y contracción por el cambio de temperatura disgregó y originó las partículas a partir de las rocas.

El agua se depositaba en las hendiduras de la roca madre; luego se congelaba provocando la fragmentación de ésta en tamaños cada vez

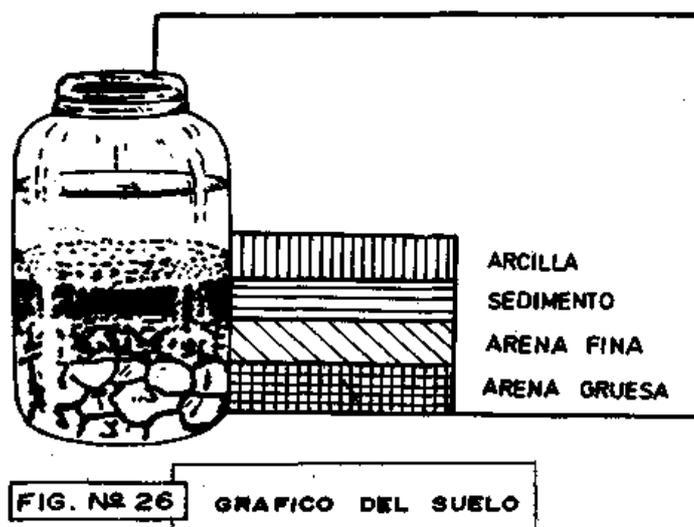
(1) Fuente principal: Guía Elemental Práctica para Enseñanza de Conservación del Agua y del Suelo en el Aula y Exterior. E. A. Mac Donald. INTA - Buenos Aires, República Argentina.

menores, debido a la fuerza expansiva del agua congelada.

Los suelos se formaron también, en parte, por el roce o desgaste de las rocas entre sí al rodar desde las alturas, bajando a los valles, o al ser desplazadas constantemente por las corrientes de agua (esto se observa en los cantos rodados).

Las raíces de las plantas también contribuyen a la formación del suelo. Las raíces toman oxígeno del aire del suelo y liberan anhídrido carbónico (gas); éste se disuelve en el agua del suelo y forma ácido carbónico débil, el que ataca a la roca y provoca la descomposición de la piedra caliza y del marmol. El efecto disolvente de esta agua carbonada es varias veces superior al agua pura. La cal que está contenida en la piedra caliza es soluble y por eso se disuelve gradualmente, quedando los otros materiales como suelo. Se necesitan de 12 a 15 metros cuadrados de piedra caliza para construir sólo unos pocos centímetros de suelo superficial.

Existen otros factores físicos, químicos y biológicos que ayudan a formar el suelo.



Demostración

1. Frotar entre sí dos trozos de piedra caliza natural; puede utilizarse también ladrillos.

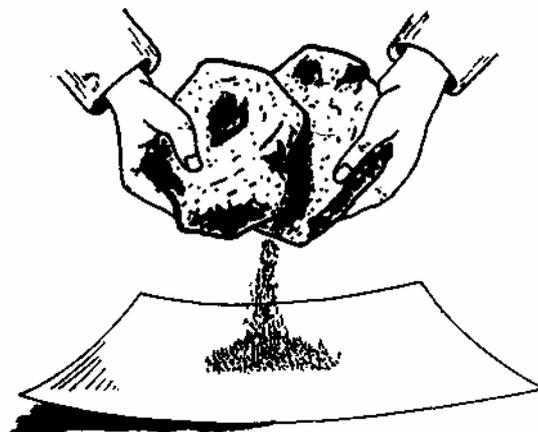


FIG. Nº 27

2. Calentar un pequeño trozo de piedra caliza sobre una fuente de calor. Una vez calentada, dejarla caer dentro de un recipiente conteniendo agua helada (0°C). La roca se resquebrajará o romperá por contracción luego de su expansión ante el calentamiento.

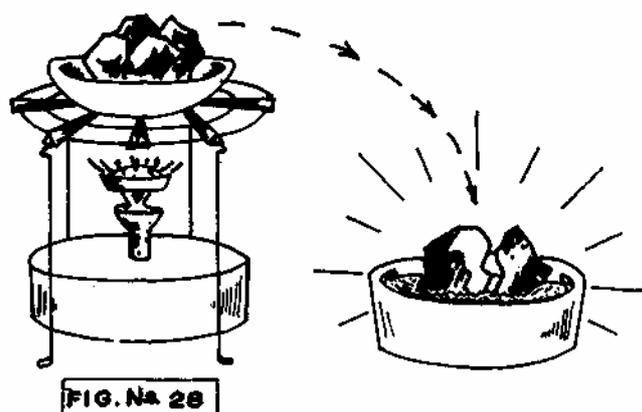
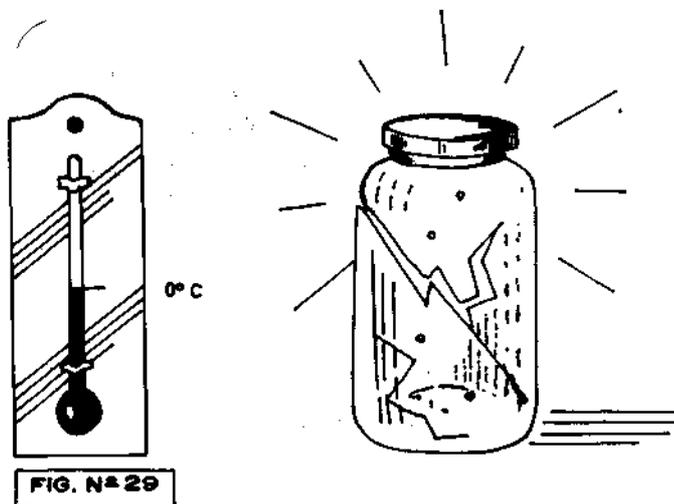


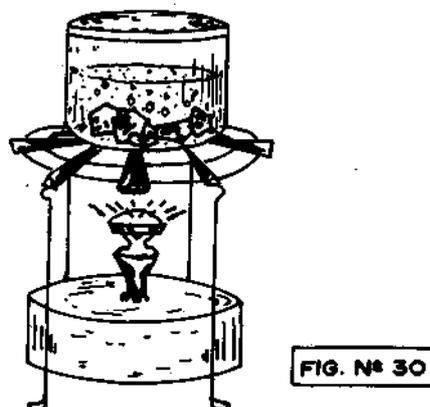
FIG. Nº 28

- 3) Llenar un recipiente de vidrio con agua y ajustar bien la tapa. Colocar este recipiente dentro del compartimiento congelador de una heladera (refrigeradora).

Observar que el frasco se resquebraja.



- 4) Colocar pedazos de piedra caliza dentro de un recipiente conteniendo vinagre. Calentar el vinagre sobre la llama de un mechero o calentador y observar como se forman burbujas sobre la roca. Estas burbujas contienen gas (anhídrido carbónico) formado por el carbón y el oxígeno liberado por la piedra caliza merced a un cambio químico operado en la roca, el que es provocado por el ácido del vinagre. Si se continuara este proceso durante un período largo, la piedra caliza se desgastará gradual y totalmente.



B. CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN SUELO

- Es profundo, tiene un espesor mayor de un metro de profundidad; es limitado por: presencia de piedras, presencia de capas duras o impermeables, presencia de napa freática.
- Es de textura media; es decir, tiene cantidades más o menos iguales de arena, arcilla y limo. Permite una buena retención del agua; tiene buena aereación y disponibilidad de nutrientes para la planta.
- Contiene abundante materia orgánica; proporciona nutrientes que requieren las plantas, principalmente nitrógeno, forma agregados junto con los minerales, los que facilitan la aereación del suelo.
- No presenta piedras a menos de un metro de profundidad. Esto facilita los trabajos de labranza y el desarrollo de las raíces.
- No contiene salitre; las sales perjudican el desarrollo de la planta.

C. LA MATERIA ORGÁNICA Y LA ESTRUCTURA DEL SUELO

La materia orgánica tiene marcada influencia o efecto en cuanto a las propiedades físico-químicas del suelo. Ayuda a retener agua de lluvia donde ésta cae y por lo tanto disminuye los efectos del problema del escurrimiento superficial.

Mejora la aereación, especialmente en suelos de textura fina. Hace que el suelo "resulte más fácil de laborar", lo torna poroso y provoca una unión pegajosa de las partículas, muy tenaz en gránulos. Estos gránulos actúan como partículas mayores y permiten que el aire y el agua se muevan libremente en el suelo. Estos grandes gránulos a su vez tienden a agregarse o comentarse, debido al efecto pegajoso que logra la descomposición de la materia orgánica o humus, y al efecto enlazante de las pequeñas raíces debajo del pasto.

La materia orgánica, al reducir al escurrimiento del agua, limita

notablemente las pérdidas que causa la erosión hídrica.

Demostración

- Tomar dos frascos de vidrio de boca ancha. Construir dos pequeñas castillas con alambre de tejido fino (tala metálica) o doblarla como se indica en la figura, de tal manera que se apoye en la boca de los frascos.
- Seleccionar terrenos de suelo no arenoso procedentes de:
 - 1) De una zona con pasto natural, o de debajo de un alambrado cubierto de pasto.
 - 2) De un campo de cultivo que ha sido trabajado durante varios años intensivamente y donde el suelo es de color claro. Los terrones deberán tener un tamaño aproximado del doble de un huevo de gallina.

Llenar los frascos con agua hasta pocos centímetros del borde. Colocar los terrones de suelo sobre las cestillas de alambre tejido, y dejar que tomen contacto con el agua suavemente, y al mismo tiempo



FIG. 20

COMO LA MATERIA ORGANICA MEJORA LA ESTRUCTURA DEL SUELO

Observaciones

El terrón de suelo procedente de la tierra cultivada intensivamente se deshace y cae rápidamente al fondo del frasco, mientras que el otro mantiene su forma y se desmorona.

La respuesta la da el contenido de materia orgánica que posee uno de los terrones y de los efectos agregantes que ésta tiene para mejorar la estructura del suelo.

D. LOS ORGANISMOS DEL SUELO

El suelo es también el lugar o medio de innumerables formas de vida animal y vegetal, cuyo tamaño oscila entre los que se observan a simple vista como las lombrices, y los invisibles o microscópicos.

Estos organismos vivos tienen una marcada influencia o efecto sobre las características del suelo. Por ejemplo, en la granulación, (estructura), aereación de las capas superiores; si tienen materia orgánica; si el suelo es ácido o neutro.

a. La vida microscópica vegetal

La vida microscópica vegetal de un suelo incluye: bacterias, hongos y algas.

a.1 Las bacterias

Son organismos unicelulares, puedan encontrarse presentes hasta en número de un millón a cuatro billones por gramo de suelo.

a.2 Los hongos

Que incluyen el mantillo vegetal, no contienen clorofila y por lo tanto no pueden fabricar su propio alimento. Un gramo de suelo puede albergar de 8,000 a un millón de éstos.

a.3 Las algas

Son plantas microscópicas que contienen clorofila y se encuentran en número de hasta 100,000 por gramo de suelo, ba-

jo condiciones favorables.

b. **La vida animal del suelo**

Está conformada por protozoarios, animales microscópicos mayores que las bacterias; nemátodos, mayores a su vez y más complicados que los protozoarios, pero todavía demasiado pequeños para ser vistos sin el auxilio de un microscopio; lombrices, hormigas, caracoles, arácnidos y varias otras formas de gusanos e insectos.

b.1 Lombrices

Son los animales más importantes en el suelo, se encuentran preferentemente en suelos con gran contenido de materia orgánica y no demasiado arenosa. El número de lombrices puede oscilar entre algunos cientos a más de un millón por hectárea.

Las lombrices digieren y degluten varias toneladas de suelo por hectárea, contribuyendo a que ciertos nutrientes que se encuentran en bruto en el suelo, se solubilicen; vale decir, se conviertan en alimento útil para las plantas. Las galerías que abren las lombrices en el suelo, permiten que el agua y el aire se muevan a través del suelo con facilidad (infiltración, aireación). También las lombrices transportan suelo desde los niveles inferiores a la superficie, preparando una "buena mezcla".

Además de las lombrices, algunos roedores, hormigas, caracoles, arácnidos, miriápodos, centípodos y variados gusanos e insectos, pasan una parte o tal vez toda su vida en el suelo. En su mayoría los efectos de estos animales son benéficos para el suelo. Los túneles que abren, contribuyen a mezclar distintas capas del suelo, mejoran la infiltración del agua y la aireación. Algunos, sin embargo, son perjudiciales porque atacan los cultivos, pero es evidente que los animales que pueblan el suelo viviente son vita-

les y valiosísimos auxiliares para mantener la fertilidad.

Las plantas y animales que viven del suelo son entonces los transformadores de los nutrientes a formas orgánicas que asimilan las plantas.

c. **Determinación de los organismos del suelo**

Material y quipo:

- Disponer de una hoja de cartulina blanca o simplemente de papel color claro.
- Varias bolsitas de plástico.
- Una pinza de **madera**.
- Una pequeña pala y/o 6 botellas o frascos con corchos o tapas y un lente de aumento.

d. **Obtención de la muestra**

Recoger una muestra de suelos a una profundidad de 6 a 8 cm en una extensión de 0.30 cm cuadrados; en los siguientes lugares:

1. Suelo de un monte virgen, tomando de debajo de la hojarásca (monte virgen no pastoreado).
2. De un campo natural o de debajo de un alambrado o cerco (muestra superficial).
- [3] Suelo de una chacra erosionada, donde el suelo está a la vista.

e. **Procedimientos demostrativos**

Exponer la primera muestra de suelo sobre el papel o cartulina blanca; removerlo constantemente y separar todas las formas de vida que se encuentran y colocarlas dentro de los frascos eti-quetados (suelo virgen de monte, sin pastoreo) por ejemplo, clasificándolos, según según la siguiente agrupación:

- (1) Gusanos: lombrices y otros seres que se arrastran y no poseen extremidades.

- (2) Larvas: animales de forma similar a los gusanos pero que poseen extremidades.
- (3) Caracoles: con o sin caparazón.
- (4) Insectos: Con o sin alas, con tres pares de extremidades.
- (5) Arácnidos: Cuatro pares de extremidades.
- (6) Otros: los que no se encuentran indicados anteriormente.

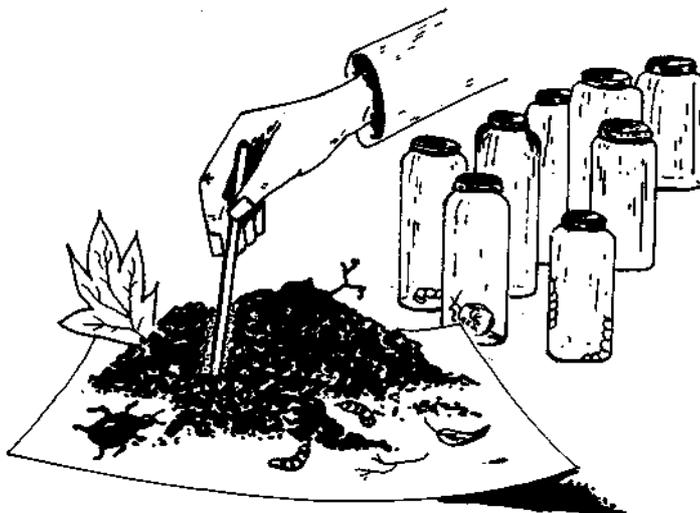


FIG. 32 ¿CUANTA VIDA TIENE UN SUELO?

Luego se calcula, tomando como promedio el número de seres vivos de las muestras, y se estima el número de animales que pueda contener una hectárea de tierra.

Se repite el mismo procedimiento para cada muestra, de manera que se pueda establecer las formas de vida existente en cada muestra.

E. RETENCIÓN DEL AGUA EN EL SUELO

Cuando en un suelo no hay suficiente materia orgánica, éste se compacta y tiene menos espacios porosos no permitiendo la entrada de aire; sus partículas no forman granulos y su peso por unidad de vo-

lumen, es mayor que en un suelo bien manejado.

Un suelo granulado no sólo absorbe el agua de lluvia más rápidamente que un suelo erosionado, sino que almacena mayor cantidad de agua. La materia orgánica bien descompuesta (humus) en un suelo granulado absorbe cantidades increíbles de agua. Actúa frente a la lluvia como una verdadera esponja.

Además, en el suelo, se retiene el agua en los poros que dejan las partículas y los granulos; lo que aumenta la retención total del agua.

Los suelos bien manejados deben absorber toda o casi toda la lluvia que cae sobre ellos, reduciendo al mínimo la erosión (dependerá de la intensidad de precipitación). Si todas las tierras fueran bien manejadas, todos los cauces de agua (arroyos, ríos, etc.) serían cristalinas, prácticamente sin sedimento.

La materia orgánica ayuda al suelo a retener mucho más agua y en consecuencia a evitar la erosión y a incrementar los rendimientos de los cultivos.

a. Demostración

a.1 Requerimientos

- Dos latas o bolsitas de plástico de igual tamaño.
- Dos trozos de paño.
- Pita.
- Tela adhesiva o bandas elásticas (jebe).
- Una balanza pequeña de 2 Kg.
- Un balde.
- Dos tubos de lámpara o cilindros de plástico o de vidrio, similares.

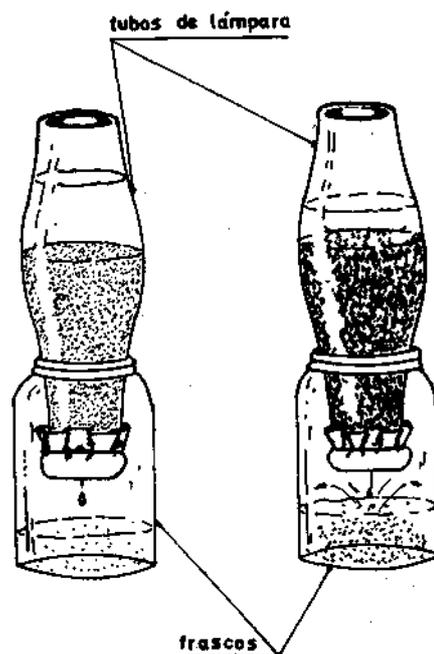


FIG. Nº 33

a.2 Procedimiento

- Tomar una muestra de suelo procedente de una chacra que ha estado bajo cultivo varios años y que muestre evidentes signos de falta de materia orgánica. Esta muestra debe ser dura y aterronada.
- Obtener una segunda muestra de una chacra bien manejada, donde se haya sembrado pasto o leguminosas, o directamente de un campo natural; esta muestra debe ser granulada y estar libre de terrones.
- Dejar secar bien las muestras y luego pesarlas y registrar el peso individual,
- Verterlas dentro de los tubos de lámpara, a los que previamente se les tapó las bocas con recortes de paño o tela, asegurándolas alrededor.
- Colocarlos boca abajo dentro de un frasco de boca ancha y llenarlo de agua hasta llegar al nivel de la curva de la parte superior del tubo.

- Observar cual de las muestras absorbe más rápidamente el agua y cuál retiene mayor cantidad (por peso).

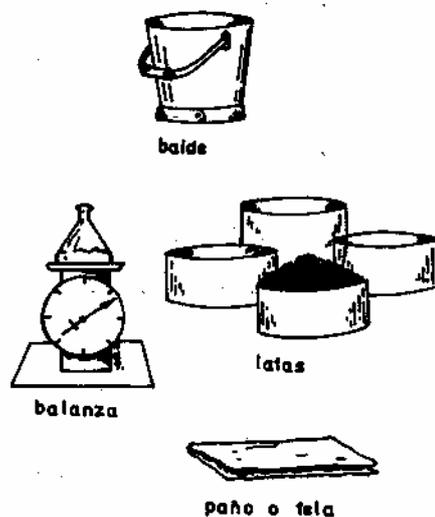


FIG. 34 ¿CUANTA AGUA RETIENEN DISTINTOS SUELOS ?

F. LA EROSION HIDRICA

La corriente de agua generada por las lluvias arrastra el limo, perjudicando o limitando la fertilidad del suelo. La mayor parte del limo es suelo superficial; vale decir, el mejor suelo de su chacra; pero gran parte del limo que contienen las aguas de los ríos proviene también de los bordes erosionados de los caminos, quebradas, etc.

El transporte de los suelos hacia los ríos por causa de arrastre, una vez que llega a un cauce, pronto comienza a afectar a todos. Los ríos pierden su cauce por el sedimento que se deposita en sus lechos; lo mismo le sucede a los diques y represas que pierden gran parte de su capacidad de retención de agua con propósitos útiles. Todo ello incrementa significativamente los costos de manteni-

miento de estos servicios o genera ingentes pérdidas por los impactos ambientales que produce.

También perjudica a los peces, pues les obstruye al mecanismo respiratorio. Así muchos mueren por taponamiento de las branquias (por ejemplo, para pequeñas piscigranjas familiares).

El sedimento que transportan las corrientes de agua se ha constituido ya no sólo en un problema nacional, sino mundial. Las pérdidas que provoca se suman por millares de millones de dólares, así como los impactos por la limitación para la producción de alimentos.

Las prácticas agrícolas que contemplan un buen manejo y conservación del agua y del suelo en las comunidades rurales pueden reducir notablemente los sedimentos y sus efectos.

La erosión hídrica, que es el agente que origina el depósito del limo en los ríos, puede ser reducida hasta en un 90%, mediante adopción de medidas de conservación, como la siembra de pastos y plantación de árboles. En general, se deberá implementar complementariamente prácticas bioculturales y mecánico estructurales (1).

a) Procedimiento demostrativo

- Se requiere para esta demostración, tres frascos altos o botellas con tapas o corchos firmes.

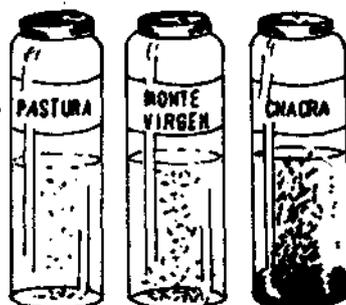


FIG. 35 ¿ CUANTO SUELO ARRASTRA UNA CORRIENTE DE AGUA ?

(1) Para mayor información, consultar Manuales del bloque Temático H, y líneas do actividad D-2, D-3, D-4, D-5, D-16, D-17, etc.

- Después de una lluvia fuerte, llenar uno de los frascos con agua procedente de una chacra cultivada.
- El segundo frasco con agua proveniente de monte virgen o pastura natural.
- El tercero llenarlo con agua proveniente de un campo cubierto con un bosque.
- Dejar descansar estas tres muestras durante algunos días
- Observar las muestras diariamente y tomar nota de lo que ocurre.

Cada uno de estos frascos o botellas encierra la historia de como el sedimento o suelo de las extensiones cultivadas, perjudica o beneficia al agricultor y al habitante de las ciudades.

G. CULTIVOS DE COBERTURA Y LAS ROTACIONES EN LA PROTECCIÓN DEL SUELO

En tierras cultivadas que no pueden mantenerse cubiertas por pastos todo el año, o con cobertura forestal, los agricultores pueden obtener excelentes resultados mediante rotaciones.

Los colchones vegetales (Mulch) ayudan a retener la humedad, mejoran la estructura del suelo y resultan excelentes para la producción hortícola.

La protección que el pasto brinda al suelo contra el golpe de las gotas de lluvia y el escurrimiento del agua, es altamente positivo; el pasto frena y reduce la fuerza con que caen las gotas de agua y evita el deterioro de las estructuras del suelo ante el impacto ; también abre conductos o canales en el suelo por medio de sus raíces y facilitan la infiltración del agua.

a. Procedimiento demostrativo

a.1 **Materiales y equipo**

- Dos cajas de madera de 50 cm de largo por 30 cm de ancho y 8 cm de profundidad, impermeabilizarlas colocándoles en el fondo un plástico o papel alquitranado. En el extremo de cada caja cortar una ranura acanalada en forma de "V" para permitir el drenaje.
- Dos regaderas de 5 litros cada una.
- Dos frascos de boca ancha de 2 litros.
- Un listón de madera de 2 cm a 5 cm por 1 metro de largo.

a.2 **Procedimientos**

- Cortar césped en panes y rellenar una de las cajas con éstos; recortar ligeramente el pasto con tijera.
- Llenar la segunda caja con suelo tomado del mismo terreno de donde se obtuvo el césped, pero en este caso desprovisto completamente de él.
- Se tiene así dos muestras del mismo suelo, una cubierta de pasto y otra sin él.
- Se coloca el listón de madera o simplemente ladrillos o piedras debajo de las cajas en la cabecera, para darles pendiente o inclinación.
- Debajo de la ranura del desagüe practicado en los cajones colocar los dos frascos de boca ancha, sobre dos taburetes.
- Llenar las regadoras con agua y verter el contenido sobre ambas cajas al mismo tiempo. Sostener las regaderas a una misma altura y tratar que la velocidad de caída del líquido sea similar.

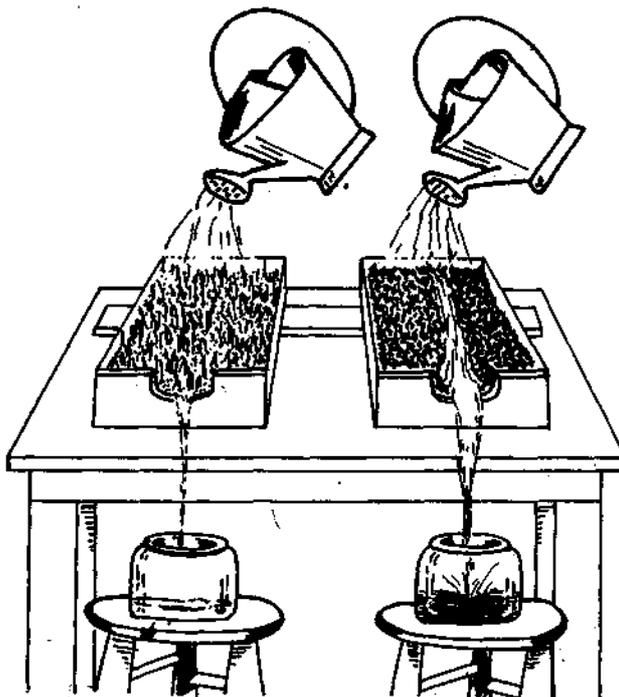


FIG. 36 COMO AYUDAN LOS CULTIVOS DE COBERTURA Y LAS ROTACIONES A EVITAR LAS PERDIDAS DE SUELO

a.3 Observaciones

Se observará que el agua que cae sobre el suelo desnudo arrastra una gran cantidad de éste. El escurrimiento se detendrá pronto, pero el frasco contendrá agua barrosa.

En la caja con suelo de la cubierta, el agua cae sobre suelo protegido con pasto, se recoge bien clara; llevará más tiempo el inicio del escurrimiento y, este durará mayor tiempo; el frasco recogerá menos cantidad de agua.

Con esta operación se demuestra la protección que el pasto da al suelo contra el golpe de las gotas de lluvia y el escurrimiento.

H. EL "COLCHON VEGETAL" (MULCH) EN CONTROL DE LA EROSION

El impacto de las gotas de lluvia sobre suelo desnudo deteriora su estructura, compacta y taponea los poros de la superficie. El suelo desnudo no puede absorber el agua que cae sobre él. En el campo, bajo idénticas condiciones, la mayor parte del agua que cae en el suelo, en lugar de penetrar en él, discurre, provocando la erosión.

Si se protegen los poros de la superficie del suelo por medio de un "colchón" vegetal, se consigue una buena infiltración. Un colchón vegetal, ya sea formado por pastos, rastrojos, etc. impide la compactación del suelo y evita la erosión por impacto o percusión y el escurrimiento consiguiente.

La materia orgánica descompuesta en la superficie protege apreciablemente el suelo, dando lugar a la formación de un material mucilaginoso (coloide) que cementa o une entre si las partículas del suelo. Esto es lo que confiere resistencia contra el golpe de las gotas de lluvia y por consiguiente contra la erosión.

El colchón vegetal también reduce la evaporación y protege al suelo contra los vientos (erosión eólica) y también contra los rayos solares.

a. Procedimiento demostrativo

Se utilizan las mismas cajas de madera anteriormente descritas.

Llenar ambas cajas con muestras de idéntico suelo; a una de las cajas o muestras se cubrirá previamente con rastrojos procedentes de cualquier cultivo o pasto seca en forma de colchón, chala de maíz o en su defecto astillas de madera o aserrín.

Obsérvese cuánta agua se escurre y con que rapidez se la recoge en los frascos.

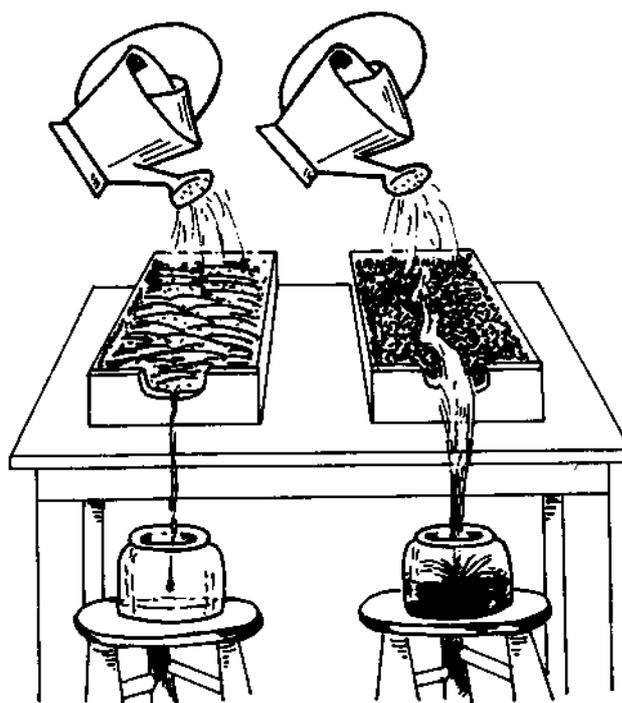


FIG. 37 COMO EL COLCHON VEGETAL IMPIDE PERDIDAS DE SUELO

b. Surcos en contorno (1)

Es la disposición de las hileras de los cultivos, a través de la pendiente del terreno siguiendo las curvas de nivel. De esta manera evitaremos la pérdida del suelo por la acción, erosiva del agua.

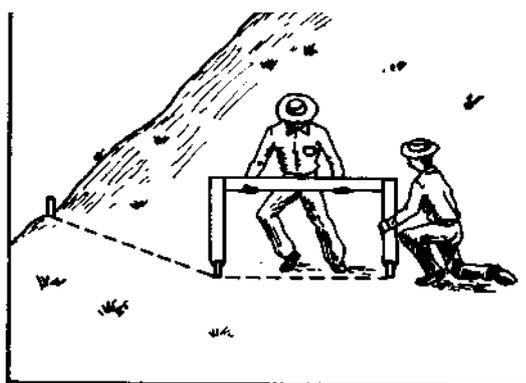


FIG. 38 SURCOS EN CONTORNO

(1) Para mayor información, consultar Manual I-1 "Nivel A".

Para el trazo de los surcos en contorno procederemos así:

1. Con el caballete de nivelación se trazan líneas guías cada 10 a 15 metros.

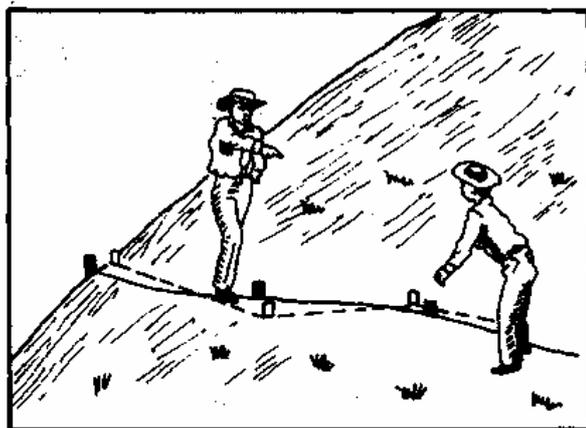


FIG.Nº39

2. Al unir las puntas de igual nivel determinadas con el caballete, obtendremos una línea quebrada.

Luego entre las puntas determinadas se traza una línea curva.

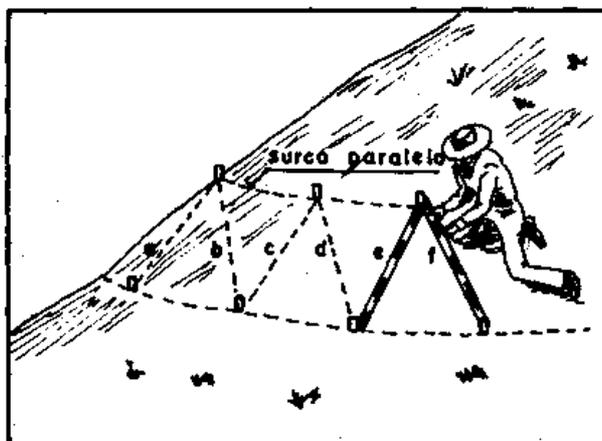
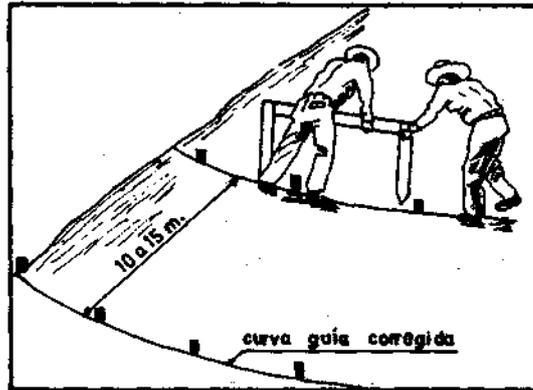


FIG.Nº40

- 3 Se trazan surcos paralelos a las líneas guías, con la ayuda de un cordel o dos listones de madera de igual tamaño.

**FIG. N° 41**

**ANEXO N.º
1**

GLOSARIO DE TERMINOS

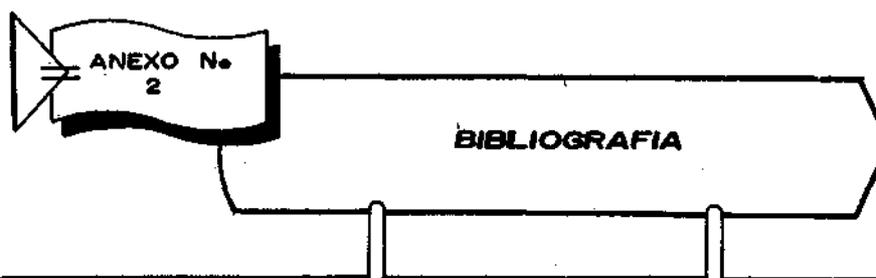
1. Abono verde. Planta que se cultiva y entierra con objeto de mejorar el suelo, especialmente aumentando su contenido de materia orgánica.
2. Adhesión.- Atracción molecular que retiene las superficies de dos sustancias en contacto, tales como partículas de agua y roca.
3. Absorción.- El enlace, usualmente temporal, de iones o compuestos a las superficies de un sólido, tales como un ión de calcio, se pega a la superficie de un cristal de arcilla o partículas de humus, donde puede ser absorbido por la raíz.
4. Agregado. - (de suelo). Una masa sencilla de suelo formada por muchas partículas reunidas en forma de cubos, prismas o gránulos.
5. Aluvión.- Material fino, como arena, limo. u otros sedimentos, depositado sobre la tierra por las corrientes de agua.
6. Arcilla.- Partículas minerales de suelo con un diámetro menor a 0.002 mm.
7. Blando.- (suelo). Suelo que puede labrarse o ser penetrado con facilidad.
8. Bars.- Unidad de presión igual a un millón de dinas por cm^2
9. Capilaridad.- (Agua de) Agua retenida por adhesión y fuerza de tensión superficial en forma de una película alrededor de las partículas y en los espacios capilares. Se mueve en cualquier dirección en que aumente la tensión de capilaridad.
10. Capacidad tampón de los suelos.- Es su capacidad para resistir a las variaciones bruscas del pH debidas a causas externas. Depende del contenido en arcilla y en materia orgánica, y de la naturaleza de estas.
11. Catión. - Un ion que lleva carga eléctrica positiva.

12. Coloide.- (suelo). El término coloide sirve para designar a la materia orgánica (humus) e inorgánica, cuyas partículas son tan pequeñas que tienen un área de superficie por la unidad de masa.
13. Eluviación.-El movimiento del material del suelo de un lugar a otro dentro del suelo, por el agua de lixiviación o lavaje. Los horizontes que han perdido material por eluviación reciben el nombre de eluviales y los que han recibido el material se llaman iluviales.
14. Fertilizante.- Cualquier material orgánico o inorgánico de origen natural o sintético, que se añade al suelo para suministrar elementos esenciales al crecimiento de las plantas.
15. Fertilidad del suelo. - La cualidad de un suelo que lo capacita para suministrar nutrientes esenciales en cantidades adecuadas y en balance propio para el crecimiento de las plantas, cuando otros factores de crecimiento como luz, humedad, temperatura y condiciones físicas del suelo son favorables.
16. Fijación. - El proceso o procesos en un suelo, por el cual ciertos elementos químicos esenciales para las plantas son convertidos de una forma soluble o intercambiable a una mucho menos soluble o intercambiable; ejemplo: fijación del fósforo por el calcio o sesquióxidos.
17. Fracciones granulométricas .- Son grupos bien delimitados de partículas minerales, Habitualmente el término de fracciones es utilizado para los grupos con diámetro menor a 2 mm.
18. Génesis .- (suelo). Forma en que se origina el suelo: se refiere en especial a los procesos responsables del desarrollo del suelo a partir del material madre no consolidado.
19. Humus. - Parte de la materia orgánica del suelo, bien descompuesta y más o menos estable.

20. Intercambio catiónico .- Intercambio entre un catión en solución y otro en la superficie de cualquier material de superficie activa, como una arcilla coloidal, coloide orgánico o la superficie de las raíces de las plantas.
21. índice de salinidad (I.S.) .- El índice de salinidad de un fertilizante, respecto al NO_3 Na que se toma como referencia, corresponde a la medida de la variación de la presión osmótica de la solución del suelo, extraído de una misma tierra.
22. Infiltración .- Movimiento descendente del agua en suelos no saturados.
23. índice de acidez (I.A.) .- Es el número de partes en peso de calcáreo (CO_3 Ca) necesario para neutralizar la acidez originada por el uso de 100 unidades de materia fertilizante.
24. índice de basicidad (I.B.) .- Es el número de partes en peso de calcáreo (CO Ca) que ejercen la misma acción neutralizadora que 100 unidades de materia fertilizante.
-
25. Ley de los fertilizantes.- Se refiere a la cantidad de nutrimentos que se encuentran en cada 100 gr o Kg del fertilizante respectivo. Así, la ley de la úrea es 45% lo cual quiere decir que por cada 100 kg de fertilizante hay 45 Kg de nitrógeno.
26. Lixiviación .- Transporte ó remoción de materiales de la parte superior del perfil y deposición en capas inferiores, siendo el agua el principal agente. Se llama también aluviación o lavaje.
27. Loess .- Material transportado y depositado por el viento, predominantemente de partículas finas del tamaño del limo.
28. Material edafizado .- Es el material madre a partir del cual se ha formado el suelo y que, luego de haber sufrido la desintegración física y química de las rocas, tiene procesos bioquímicos directamente ligados a la descomposición de la materia orgánica.

29. Material madre sedentario .- Es aquel que se ha intemperizado de la roca subyacente consolidada. Se llama también formación IN SITU.
30. Material madre .- Masa sin consolidar de la cual se desarrolla el perfil del suelo. Se denomina también material parental.
31. Material madre transportado .- Son aquellos que han sido transportados por agentes erosivos como el agua, viento, hielo y gravedad.
32. Meteorización .- Desintegración y descomposición física y química de las rocas y de los minerales.
33. Perfil del suelo .- Sección vertical del suelo a través de todos los horizontes, hasta el material madre o parental.
34. Porosidad del suelo .- Es el espacio de los poros en el suelo, que puede estar ocupado por el aire o por el agua. Existen los macroporos (circulación del aire y del agua), microporos (volumen de poros más finos para el almacenamiento del agua).
35. Presión osmótica .- Es la presión o succión del suelo debido a la presencia de sales.
36. pF .- Unidad de succión o tensión de la humedad del suelo. Es al logro de la tensión del agua del suelo expresado en cm. de altura 2 de una columna de agua de 1 cm de diámetro.
37. Percolación .- Movimiento descendente del agua en suelos saturados.
38. Pseudopartículas .- Son fracciones de suelo formadas por cimentación de partículas reales. Ejemplo: ciertos suelos tropicales muy arcillosos contienen pseudoarenas, constituidas.
39. Regolito .- La capa o manto de materiales de roca, suelto no cohesivo de cualquier origen, que forma la superficie de la tierra en casi todas partes y reposa en un manto rocoso.

40. Succión .- Es el efecto combinado de las fuerzas de adhesión, cohesión y de las contracciones que ejercen las partículas del suelo para retener el agua. Se denomina también tensión. Se expresa en unidades de presión.



Cod. D-1

1. Amerijkx, J. (1972). Cours de Pedologie. International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists. Rijksuniversiteit, Gent.
2. Blair, E. (1956). Manual de Riegos y Avenamiento. I.I.C.A. Zona Andina Lima - Perú.
3. Bonner, J. y A. W. Galston. Principios de Fisiología vegetal. Madrid 1959.
4. Buckman and Brady (1965). Naturaleza y Propiedades de los Suelos, UTEHA.
5. Carmen de Muro, J. (1967). Génesis de los Suelos Tropicales del Perú.
6. De Boodt, M. (1972). Cours de Physique du sol. Centre International de Post-Gradues en Science du Sol. Université de Gand.
7. De la Peña, E. (1968). Medida de la Tensión de Capacidad de Campo Mediante el Método de Flujo Lento en el Proceso de infiltración Bajo Succión. Universidad Agraria La Molina.
8. De la Peña, E. (1976). Contribution a l' étude de l' Erosion par Ruissellement du Sol. Tesis de Doctorado no publicada. Universidad de Gante.
9. De la Peña, E., and Gabriels, D. (1975). Evaluation of Soil Conditioners for Protection of Steep slopes from water érosion. Third International Symposium on Soil Conditioning. State University of Ghent.
10. De Leenheer, L and De Bodt, M. (1967). Aggregate Stability determination by the change in mean weight diameter. West - European Methods for Soil Structure Determination. State Faculty of Agricultural Sciences, Ghent.
11. Fassbender Hand, W. (1975). Química de Suelos. IICA la OEA. 1ra. Ed. Costa Rica 398 P.

12. Gros Andre (1971). Abonos. Guía Práctica de la Fertilización. Madrid, Mundi- prensa 526 p.
13. Hennin, S. R. Gras C. M. (1974). El Perfil Cultural, Madrid Mundi - prensa, 342 p.
14. Hennin, S. Feodoroff, A. Gras, et Monnier, G. (1960). Le Perfil Cultural. Principes de Physique du Sol. Societé d' Edition des Ingenieurs Agricoles. Paris.
15. Hutchinson/FAO/UNESCO. (1973). Irrigation, Drainage and Salinity. London.
16. Israelsen, O.W. (1963). Principios y Prácticas del Riego. Ed. Roverté. S. A. México.
17. Jacob y Von Kerkulh, (1976). Fertilización, Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Sub-tropicales. Alemania. Traducido al castellano por Martínez de Alca L. Hannover, 625 p.
18. Kramer P. J. (1974). Relaciones Hídricas de Suelos y Plantas, México Edutex S.A., 538 p.
19. Lopez, J. R. (1972). El Diagnóstico de Suelos y Plantas, España Mundi-Prensa, 286 p.
20. Mac Donald E. A. Guía Elemental Práctica para la Enseñanza de Conservación del Agua y del Suelo. INTA, Buenos Aires - República Argentina.
21. Marechal, R. et de Paepe, P. (1975). Cours de Petrographie. International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists. Rijkuniversiteit Gent.
22. Millar C.E, L.M. Turk, y H.D. Foth. Edafología. Fundamentos de la Ciencia de los Suelos. México. 1961.

23. Neyra, E. ; De La Peña, E. ; y Zirena J. (1969). Análisis del Crecimiento y Economía Hídrica del Maíz en Suelos Irrigados y Desecándose Progresivamente. Anales Científicos Vol. VII Nº 1 y 2. La Molina.
24. Storie, R. E. (1970). Manual de Evaluación de Suelos. México. UTEMA 225 p.
25. Soltner, Dominique. Las Bases de la Production Vegetale. 3ra. édition Tome I. Le Sol. Collection Sciences et Techniques Agrícolas. París - France.
26. Tysdale S. L. y Nelson W.L. (1970). Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Barcelona Montaner y Sionon S.A. 760 p.
27. U.S.D.A. (1951). Soil Survey Manuel, Handbock. Staff. Washigton.
28. Villachica H.(1973). Suelos Tropicales. U.N.A. La Molina, copias, 224 p.

FASCICULO D-2 : CULTIVOS ANDINOS

CONTENIDOS

Este fascículo llamado "cultivos andinos" está dedicado a la recolección, mejoramiento y producción de los principales cultivos presentes en la zona de Cajamarca (salvo el maíz, el frejol y algunos más). El término "andino" abarca cultivos importantes como la papa, cultivos otrora fundamentales y ahora menores como la quinua, y cultivos introducidos (no originarios del Ande) pero ampliamente difundidos e integrados a los otros cultivos andinos, como la arveja. El fascículo combina informaciones sobre cada una de estas plantas y propuestas sobre cómo recolectar las variedades existentes, cómo mejorarlas, cómo cultivarlas.

La **parte I ("Introducción")** explica la práctica propuesta, la clasificación de los cultivos andinos y las dificultades existentes en el Perú de 1984 para la promoción de los mismos.

La **parte II ("Organización de la población")** describe la participación de "agricultores seleccionados" en lo referente a conservación y selección de los cultivos.

La **parte III ("Planificación de actividades")** presenta los aspectos a tomar en cuenta, los recursos necesarios y las dos fases en que se divide el trabajo.

La **parte IV ("Cultivos andinos de importancia para Cajamarca")** da las características de 8 tuberosas y 8 granos objetos de recolección y mejoramiento en el SESA de Cajamarca.

La **parte V ("Diseños utilizados")** señala brevemente los métodos de trabajo utilizados para cada una de las dos fases.

La **parte VI ("Procedimiento de ejecución")** introduce los procedimientos de la fase I (que serán luego descritos en anexos i, 3 y 4), describe las labores culturales a realizarse para la producción de semillas de las especies seleccionadas, especificando lo relativo a cada uno de los cultivos mencionados.

Las **partes VII ("Capacitación y extensión")** y **VIII ("Control y seguimiento")** se refieren a las normas generales del SESA en estas materias, insistiendo en los métodos considerados más adecuados para la capacitación.

Los **anexos I a 4 ("Formato de colección"; "Formato de proyección de tesis"; "Observaciones a registrar en campos de evaluación de papa"; "Descriptor de oca")** brindan indicaciones o ejemplos sobre formas de trabajo de investigación.

Los **anexos 5 a 7 ("Germoplasma con el que se trabaja en Cajamarca"; "La Universidad de Cajamarca y la Investigación en**

cultivos andinos"; "Algunas características de cultivos andinos") informan sobre los trabajos de la Universidad de Cajamarca y algunas de sus conclusiones.

APORTES

Las informaciones del presente fascículo D-2 sobre la realidad de los cultivos andinos en Cajamarca son un valioso aporte, tanto para quienes trabajan en la misma zona de Cajamarca como para quienes, ubicados en otras regiones andinas, desean rescatar, mejorar o introducir determinadas especies de la vegetación agrícola tradicional de estas latitudes.

Para ello, el mismo fascículo ofrece también metodologías para la investigación genética de especies andinas y descripciones de las labores culturales practicadas en Cajamarca.

COMPLEMENTOS

La importancia de los cultivos andinos no proviene solamente del excepcional valor nutritivo de muchos de ellos (tal como lo señala el fascículo), sino de su aptitud a combinarse entre sí y con otros dentro de sistemas agrarios adaptados a la realidad andina. El presente fascículo debe por ello completarse con el A-4 (tomo 2) sobre sistemas agro silvo pastoriles, a fin de Insertar la recolección y mejoramiento de especies dentro de las lógicas y necesidades de todo tipo del campesino andino, "Campesinos y medio ambiente de Cajamarca" (Kohler-Tillmann, PNUMA 1985) enriquece a su vez el A-4 para la comprensión del papel de los cultivos andinos en esa parte de Cajamarca.

USOS

Se recomienda a los usuarios mejorar el aprovechamiento de este fascículo distribuyéndolo por tema, salvo para quienes aún no tuviesen conocimiento o experiencia alguna en cultivos andinos, en cuyo caso una revisión del texto en su orden actual puede servir de primera aproximación.

Sobre los **cultivos andinos**, la información está ubicada en las distintas partes del fascículo. En la página 3 está una clasificación general. Entre las págs. 16 a 29, se describen 16 cultivos andinos, con su origen, su importancia, su valor cultural y/o alimenticio, lo que se hace en Cajamarca. En la presentación de las labores culturales (págs. 32 a 41), se precisan ciertas características del trabajo con determinados cultivos. El anexo 2 (p 47) da el ejemplo del pajuro. El anexo 3 (p. 52) se refiere al caso de la papa. El anexo 5 (p. 75) señala los germoplasmas de 7 cultivos andinos trabajados en, mientras el anexo 6 (p. 76) da el listado

D-2

3,

de estudios hechos por la Universidad de Cajamarca con 13 de esos cultivos Finalmente, el anexo 7 (entre las págs. 78 a 84) precisa nuevos datos sobre 13 cultivos. En la bibliografía (p. 89) se citan los trabajos conocidos en Cajamarca sobre 13 cultivos.

El usuario que desee profundizar un cultivo en particular habrá de revisar todos los textos señalados, encontrando en cada uno de ellos algún elemento que le sea de utilidad.

Sobre **labores culturales**, la mayor información está en las págs. 32 a 41. La descripción de cada cultivo (entre las págs. 16 a 29) incluye a veces indicaciones al respecto para algunos cultivos. En el anexo 7 (p. 84), se ofrecen datos sobre el periodo vegetativo de 13 especies, datos que son de utilidad para las labores culturales.

Sobre **recolección y mejoramiento**, las págs. 6 y 7 indican formas de trabajo con "agricultores seleccionados"; la parte III sobre planificación de actividades (págs. 8 a 15) describe el conjunto del proceso con sus requerimientos; las págs. 30 a 34 precisan ciertas condiciones para este trabajo; los anexos 1 a 4 (págs. 44 a 74) ofrecen instrumentos concretos para los aspectos científicos del trabajo.



	PAG.
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 Definición	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Lugar y Condiciones para su operación	2
1.4 Clasificación de los cultivos andinos	3
1.5 Usos alternativos de la práctica.....	4
1.6 Restricciones que se presentan para su promoción y extensión	4
II. <u>ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN</u>	6
III. <u>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES</u>	8
3.1 Consideraciones para la planificación de activi - dades	8
3.2 La selección de los lugares en donde se desarrolla la practica	8
3.3 Requerimientos	9
3.4 Asesoramiento	11
3.5 Cronograma de actividades	12
3.6 Vinculación con otras actividades del SESA	15
IV. <u>CULTIVOS ANDINOS DE IMPORTANCIA PARA CA3AMARCA</u>	16
4.1 Tuberosas	16
a. Olluco (Ullucus tuberosus)	16
b. Oca (Oxalis tuberosa)	17
c. MasHua (Trope - olum tuberosum)	18
d. Llacón (Polymnis sonchifolia)	19

	PAG.
d.4 Riego.....	39
d.5 Abonamiento	39
d.6 Control de plagas y enfermedades.....	40
d.7 Cosecha	40
VII. <u>CAPACITACIÓN Y EXTENSION.</u>	42
VIII. <u>CONTROL Y SEGUIMIENTO</u>	43
 <u>ANEXO5</u>	
1. Formato de colección	44
2. Formato de Proyección de Tesis (Agricultura-Zootecnia)	47
3. Observaciones a Registrar en campos de evaluación de papa	52
4. Descriptor de oca	54
5. Germoplasma con el que se trabaja en Cajamarca ,.	75
6. La Universidad de Cajamarca y la Investigación en Cultivos Andinos.....	76
7. Algunas Características de cultivos andinos	78
8. Glosario de términos	85
9. Bibliografía	89



1.1 DEFINICIÓN

Los cultivos andinos son aquellos que ecológicamente prosperan sobre altitudes mayores a los 2,000 m.s.n.m., sean nativos o introducidos ; están constituidos por especies, muchas de las cuales se cultivan desde épocas pre-incas, habiendo sido base de la alimentación peruana hasta la llegada de los españoles, quienes introdujeron nuevos cultivos, relegando las especies autóctonas; sin embargo estos se siguen cultivando en los andenes peruanos a pesar del tiempo transcurrido y del abandono o poca atención en cuanto a estudios, investigación y promoción (1).

La práctica de cultivos andinos está orientada al rescate del potencial biogenético y productivo de estas especies, mediante la recolección, estudio y evaluación del germoplasma y la realización de trabajos de experimentación y demostración en campos de agricultores, con fines de rescatar su tecnología y de introducir, mejoras que permitan aprovechar e incrementar su potencial productivo y su utilización directa y/ o industrial.

1.2 OBJETIVOS

- a) Recolectar, estudiar y evaluar el germoplasma de las especies de cultivos alto-andinos, recuperando su potencial productivo.
- b) Proporcionar a los campesinos material reproductivo obtenido, a fin de que mejoren la producción y productividad, y como consecuencia su ración alimenticia y posibles excedentes para el mercado.

(1) Con excepción del maíz y la papa.

- c) Recuperar o rescatar tecnologías existentes en el área andina, e introducir tecnologías adecuadas, para permitir el aprovechamiento más racional de los recursos.
- d) Contribuir a la búsqueda de alternativas técnico-productivas, adecuadas a las necesidades alimentarias del medio rural y urbano de la región y el país, coordinando con otros esfuerzos similares que se vienen produciendo en otros lugares del Perú.
- e) Contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida y de los ingresos de la población campesina del área de trabajo del SESA.

1.3 LUGARES Y CONDICIONES PARA SU OPERACION

Esta actividad de recolección, estudio, evaluación, selección y propagación del germoplasma de cultivos andinos, se realiza en un ámbito geográfico mayor que si del SESA} comprende las provincias del Departamento de Cajamarca y aquellas ubicadas en la sierra del Departamento de La Libertad. A la fecha, aún no se ha culminado la etapa de recolección; falta realizar esta tarea en muchos lugares (por ejemplo : Oxamarca en Celendín).

Algunos de los lugares en los que se ha realizado la tarea de recolección

Cuadro No. 1

LUGARES	ESPECIES COLECTIVAS
1. Tual, Porcón, Chotén, Cumbe Mayo.	Oca , olluco
2. Jesús	Arracacha
3. San Marcos, Jesús	Llacón
4. Cajabamba, (parte alta)	Ñuña
5. San Pablo, Cutervo	Arveja

Existen, en el área de estudio, zonas en las cuales predominan algunos cultivos, caracterizando límites altitudinales y ecológicos más o menos definidos, factores que son considerados en la colección.

La conservación y reproducción del material colectado se realizan en tierras o parcelas de agricultores, donde se practican estos cultivos incorporando algunas innovaciones tecnológicas adecuadas al medio.

En la actualidad esta labor se ha iniciado en la comunidad campesina de "Tual", cercana a Cajamarca.

1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS ANDINOS

Se clasifican en los siguientes Grupos:

a. Tuberosas Andinas .-

Agrupada a especies que proporcionan alimentos, principalmente energético entre ellos: la oca, olluco, mashua, arracacha, camote, yuca, papas nativas, llacón.

b. Granos nativos .-

Comprende especies cuyos productos proporcionan alimento casi concentrado, muchos de ellos con contenido excepcional de proteínas. Entre ellos se tiene: la quinua, coyo o Kiwicha, chocho o tarwi, Ñuña, pajuro o pashulo, girasol, haba, arveja.

c. Frutales Nativos .-

Como el capulí, sauco, higo, tuna, poroporo, tomatillo, cansaboca, mote mote, charalina, chirimoya, granadilla, pepino, lucma o lúcuma (1)

d. hortalizas y otros .-

Donde están considerados los siguientes:

(1) **Para** mayor información consultar Manual D-8 "Instalación y Manejo de Huertos Frutícolas".

Ají, ruda, ajo, cebolla da hoja, paico, toronjil, hierba buena, verdolaga, malva, romero, salvia, ñuña, atago, azafrán, huacatay o chichi, cedrón, manzanilla, anís silvestre, hierba mora, hierba luisa.

En el presente manual se tratará solamente los tubérculos y granos considerados por el SESA para colección, estudio y evaluación de germoplasma; lo relacionado con las demás prácticas, que se orientan a la tecnificación de los cultivos, no se trata, por encontrarse esta fase en su etapa inicial.

1.5 USOS ALTERNATIVOS DE LA PRÁCTICA

La investigación y promoción de los cultivos andinos está orientada a restablecer la composición de la dieta alimentaria de la población rural, mediante el cultivo asociado o complementario de granos y tubérculos, alternativa que proporciona un mejor balance nutritivo. Es una forma de alimentación practicada desde el incanato, favoreciendo como entonces la mejor alimentación del pueblo.

Por otra parte estos cultivos pueden constituir una alternativa para reemplazar en parte la importación de granos, con el consiguiente ahorro de divisas, o como sucedáneo de algunos de ellos; además, en concordancia a los avances logrados en otros centros de estudio y promoción, estos cultivos pueden constituir la base para una industria agroalimentaria y obtención de múltiples derivados a ser utilizados como productos fitosanitarios, colorantes, aceites, etc.

1.6 RESTRICCIONES QUE SE PRESENTAN PARA SU PROMOCIÓN Y EXTENSIÓN.

Las restricciones para el desarrollo de esta actividad son de diferente índole.

Existe una restricción que puede ser caracterizada como histórico-estructural, determinada por la desestructuración de la economía agraria incaica y la imposición de cultivos y hábitos alimenticios de los conquistadores españoles, quienes no tuvieron en cuenta la riqueza

de los recursos biológicos, constituidos por las especies cultivadas en el país. Este hecho es el principio de un permanente relegamiento, en las políticas del sector agrario, de aquellas actividades relacionadas con el estudio, experimentación y promoción de estos cultivos, patrón que subsiste hasta la actualidad.

Esta restricción está caracterizada actualmente por lo siguiente:

- a. Las políticas de producción y comercialización agrícola en el país priorizan casi exclusivamente los cultivos llamados "Tradicionales", cubriendo los déficit que se presentan con crecientes importaciones, sin tener en cuenta alternativas que los cultivos andinos pueden brindar.
- b. Siempre ha estado ausente la decisión política, necesaria para incorporar estos cultivos en los planes y programas de producción, incluyendo incentivos, investigación y experimentación.
- c. Ciertos cultivos andinos tienen algún factor intrínseco que obliga a tratarlos o procesarlos antes de poder ser consumidos} sin tener en cuenta que tal limitación también se presenta en cultivos como el arroz, que tiene que ser trillado, pilado y seleccionado antes de su consumo. En todo caso lo que falta es el desarrollo de tecnologías o industria para el procesamiento de los cultivos andinos, o parte de ellos.
- d. Gran parte de la población urbana desconoce las características y valor alimenticio de estos productos; su forma de preparación, etc. presentándose además prejuicios socio-culturales sobre su consumo.
- e. En el aspecto financiero es palpable la falta de otorgamiento de recursos, tanto para actividades de investigación, como para promoción y producción. Estos cultivos no figuran entre aquellos sujetos a crédito que considera el Banco Agrario, principal ente financiero de la actividad agropecuaria del país.
- f. Son pocos los profesionales y técnicos dedicados al estudio de los cultivos andinos, a causa del propio sistema y políticas de trabajo.



Las actividades de ésta práctica se efectúan tanto en el ámbito de influencia directa del SESA como en áreas fuera, de él (áreas nuevas) En ambos casos la participación de la población está presente en ciertas fases del trabajo.

En la fase de colección, identificación y clasificación interviene el personal técnico-profesional del SESA y la Universidad Nacional de Cajamarca.

En la fase de conservación y selección, intervienen además agricultores que pueden ser independientes y/u organizados en comunidades} en ambos casos como colaboradores de la actividad.

Para posibilitar la participación de los agricultores se realizan las siguientes actividades de promoción:

- a. Se promuevan reuniones a nivel de agricultores independientes y/o con la comunidad, con la finalidad de informar, explicar y motivar su participación en la actividad, mostrando los beneficios de la misma, según los objetivos planteados.
- b. Se seleccionan agricultores, con los cuales se acuerda (mediante suscripción de convenios) y planifica la instalación de las parcelas de reproducción, la forma de conducción, cosecha, selección, almacenamiento.
- c. Se propende a la organización de los agricultores seleccionados y se promueve la participación de los demás agricultores del lugar en le ejecución de las labores, mediante el sistema tradicional de cooperación en el trabajo (mingas); estas son organizadas contando con apoyo alimentario (1) la preparación de los alimentos se realiza en la modalidad de "olla común".

La participación de los campesinos, además del aporte de su trabajo, se materializa con el aporte del terreno, herramientas, cuidado del cultivo, y proporcionando el lugar adecuado para conservar la cosecha.

(1) La ONAA (Oficina Nacional de Apoyo Alimentario), proporciona alimentos para apoyar la ejecución de pequeños proyectos ejecutados con la participación comunal.

El SESA participa proporcionando asistencia técnica, semillas y otros insumos de acuerdo a su disponibilidad.

La producción obtenida se distribuye, destinando un 50 % al productor. y 50 % al SESA, recursos íntegramente destinados para proseguir sus actividades de promoción y desarrollo.

Esta forma de distribución de la producción, está en relación a la práctica de "a la media" o "al partir" que existe en la zona rural.

Es necesario señalar que, para la instalación de las parcelas de reproducción del germoplasma, se tiene en cuenta que se realice en los lugares donde se practica si cultivo en forma tradicional, con la ventaja de observar el comportamiento en su propio habitat ecológico, incorporando algunas tecnologías apropiadas para mejorar los resultados.



Cód. D-2

3.1 CONSIDERACIONES PARA LA PLANIFICACION DE ACTIVIDADES

Para la planificación de las actividades se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

a.) Características del medio ambiente, distribución geográfica y ecológica de las especies.

El conjunto de estas informaciones debe permitir conocer la adaptación del material a recolectar en determinadas condiciones ecológicas y de medio ambiente.

b. Deberá considerar las características de los productores: en cuanto a tenencia de tierras, sistemas de producción (asociación de cultivos; sistemas de siembra, rotaciones, diversificación, época de siembra, etc); para determinar su importancia en la economía rural.

c. Area de influencia del SESA y realización de actividades de promoción, para facilitar el contacto con el agricultor y la ejecución de las actividades vinculadas a esta práctica.

d. Tomar en cuenta la disponibilidad de recursos humanos y materiales necesarios para la implementación de la actividad.

3.2 LA SELECCION DE LOS LUGARES EN DONDE SE DESARROLLA LA PRACTICA

Debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

A. Tener conocimiento del área para la cual se propone la realización de la actividad.

B. **Tener** en cuenta la existencia de vías de acceso, que faciliten la realización de las actividades en épocas y fechas oportunas.

C. Considerar el tipo de asentamiento de los agricultores y uso de

los recursos a fin de establecer los métodos de promoción, capacitación o comunicación.

- d. Adaptabilidad ecológica de las especies a reproducir y conservar, teniendo en cuenta las condiciones aleatorias del Ande tales como: heladas, enfermedades, plagas, sequías, etc.
- e. Características nutricionales de los cultivos en comparación con los demás productos y las ventajas comparativas que presentan.
- f. Necesidades alimentarias de la población rural y urbana y posibilidades alternativas que brindan los cultivos altoandinos.
- g. Disponibilidad de suelos y posibilidades de ampliación de la superficie de cultivos.

3.3 REQUERIMIENTOS

El desarrollo de la actividad requiere de un conjunto de recursos para su realización.

a. Recursos Humanos

Por la fase de colección, estudio y clasificación, el SESA dispone de dos profesionales de la Universidad Nacional de Cajamarca, agrónomos dedicados a tiempo parcial a esta actividad; por la importante y ardua tarea a realizar, este aporte se considera insuficiente, estimándose como requerimiento mínimo su participación a tiempo completo.

considera igualmente dentro de ese rubro la mano de obra que aportan los agricultores para la instalación y conducción de las parcelas.

b. Requerimiento de materiales y equipo

Esta actividad o práctica requiere de una implementación adecuada, en laboratorios, viveros o campos de reproducción, herramientas y equipos necesarios.

c. Requerimientos de Instalación

La Universidad Nacional de Cajamarca, en apoyo al SESA, orientará o viene orientando parte de su trabajo a las siguientes acciones:

c.1 Laboratorio de Cereales. Harinas y Pastas.

Ensayos sobre procesamiento de granos y tubérculos, para su transformación en productos que mejoren la presentación y que permitan conservarlos mejor y por más tiempo, a la vez de otorgar mayor valor agregado a los mismos, mejorando su precio y competitividad en el mercado.

c.2 Centro de Investigación y Promoción de Energías no Convenciona-les.

Con las fuentes de energía no convencionales (como biogás y solar) se están implementando pequeñas plantas deshidratado -ras y de secado de tubérculos, granos y otros productos vegeta les, fácilmente perecibles (1).

c.3 Convenio Universidad-SENAMHI.

A través de la estación metereológica, Websrbauer destina información relacionada con la climatología muy necesaria en el estudio del comportamiento del material genético de las especies.

c.4. Laboratorio de Microbiología del Suelo.

Dado que el nitrógeno es el nutriente más deficitario en los suelos donde se ubican los cultivos andinos, además de ser el más costoso y por tanto fuera del alcance del pequeño agricultor, se viene trabajando en la búsqueda de asociaciones biológicas adecuadas (Rhyzobium microrrizas , etc.) que hagan posible lograr niveles de nutrientes más eficaces y a bajo costo (2).

c.5 Laboratorio de Suelos.

(1) Para mayor información consultar los Manuales E-1 y E-3

(2) Consultar Manuales D-13 y D-14.

Su apoyo está relacionado al conocimiento más detallado de los suelos donde se ubican y practican estos cultivos, a la aplicación de enmiendas y niveles adecuados de fertilización para zonas de alto riesgo.

c.6 Laboratorio de Fisiología Vegetal.

Destinado a contribuir con el conocimiento más cercano sobre requerimientos nutritivos de cada especie, y en general sobre la fisiología y su interacción con los factores del medio.

c.7 Laboratorio de Bromatología.

Su labor se considera decisiva para el conocimiento del valor nutricional y biológico de los productos vegetales obtenidos; pues la mayoría de la información de que se dispone sobre ellos proviene de otros países o zonas. Por otro lado necesitamos ahondar nuestro conocimiento sobre el valor biológico de estas especies alimenticias.

3.4 ASESORAMIENTO

En la actualidad la realización de la actividad cuenta con alguna información proveniente de trabajos de tesis que se formulan en la Universidad, información de los profesores especialistas en campos específicos, así como de la que proviene de otros Centros de Investigación y Promoción.

Por otra parte el asesoramiento del personal que trabaja en esta actividad, hacia los productores, se encuentra en su etapa inicial; este asesoramiento se realiza en las parcelas de los mismos productores seleccionados, donde se realizan la propagación y multiplicación del material colectado.

Este asesoramiento se realiza además utilizando la instalación de parcelas como centro demostrativo y de resultados.



Las actividades se programan en función de las fases para su ejecución

a. Fase I Colección, estudio y clasificación de especies

Esta consiste en la realización de viajes para la colección, estudio y clasificación de las especies; se ejecutan estos de acuerdo al calendario de cosechas que predomina en el área de trabajo y mediante el uso de mapas y cartografía existente, para facilitar su localización.

Esta fase se realiza cada año y durará hasta que se termine la colección de especies.

Es recomendable, previamente, realizar un estudio de los sistemas de producción (1).

En términos generales, la secuencia a seguir en las investigaciones considera:

- Colección de germoplasma y recojo de información "in situ".
- Estudios básicos: botánicos, fisiológicos, etc.
- Multiplicación, evaluación e identificación de ecotipos (cultivos); clones, variedades o cultivares.
- Estudios bromatológicos.
- Selección de variedades, ecotipos, clones o cultivares, según sus características, aptitudes o bondades, dando preferencia al rendimiento, calidad, precocidad, resistencia a heladas, adaptación a suelos de baja fertilidad, resistencia a plagas, enfermedades y sequía.
- Ensayos sobre densidad de siembra, aporques inoculaciones, etc.
- Ensayos sobre trilla y clasificación.
- Mejoramiento y generación de técnicas de conservación y almacenamiento.
- Ensayos sobre alternativas de uso directo e industrialización: harinas, pastas, conservas, alcoholes, etc.
- Variedades con características adecuadas al medio y las exigencias del mercado y del agricultor.

(1) Para mayor información, consultar Doc. A-4 y Manual D-18

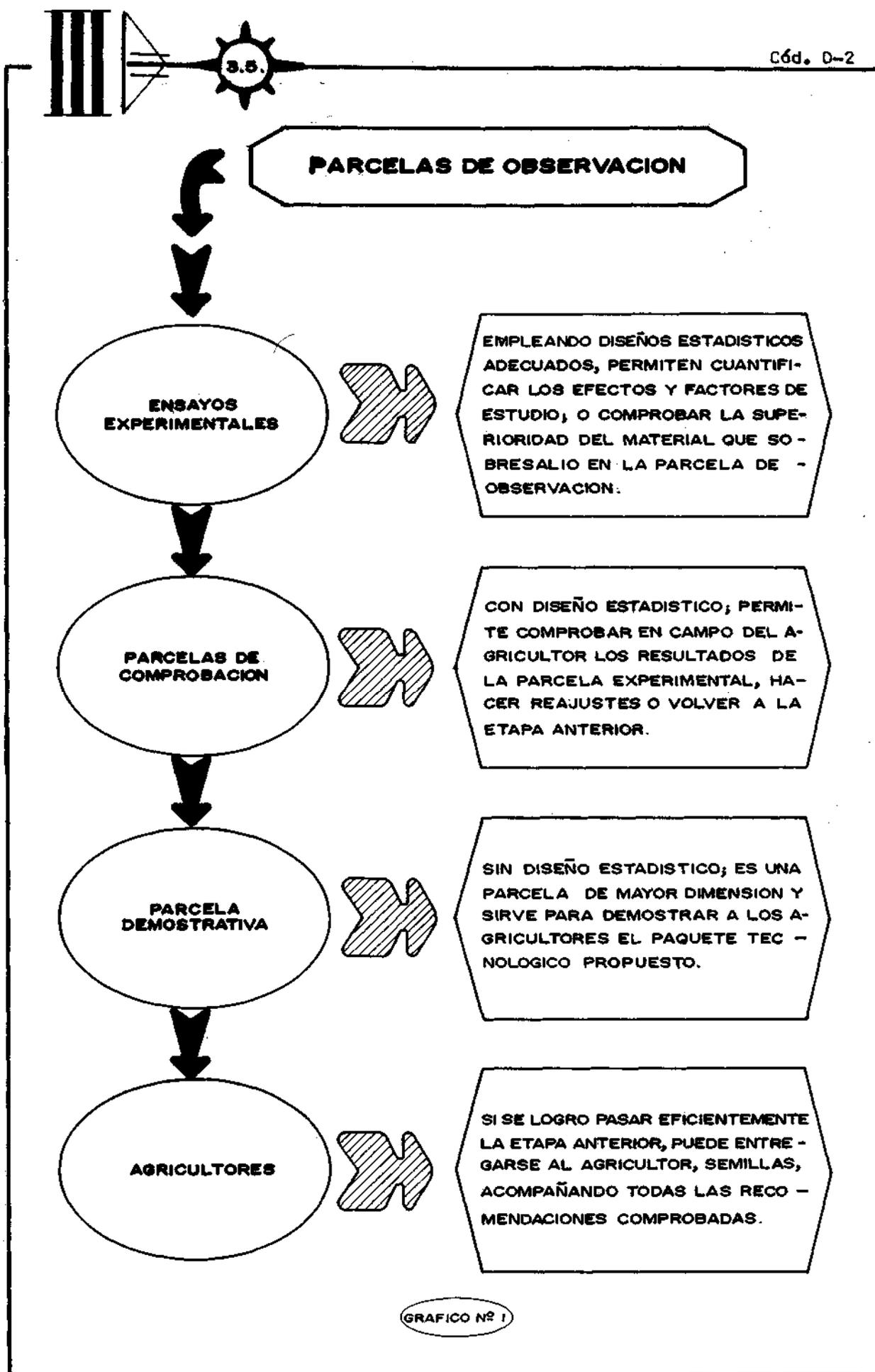
b. Fase II. Conservación, multiplicación y estudio agronómico de especies.

Esta fase consiste en la conservación, multiplicación y estudio agronómico de las especies: las actividades están determinadas por el calendario y se ejecutan en los lugares y áreas seleccionadas.

Las actividades que se programan son:

- Reuniones de promoción y selección de agricultores.
- Estudio de suelos y diseño de la parcela (depende de la disponibilidad de material a utilizar).
- Preparación del terreno.
- Trazado del diseño y siembra.
- Labores culturales: deshierbos, aporques, control de plagas y enfermedades, cosecha, selección y evaluación de la cosecha, envasado e identificación, almacenado y distribución.
- El objetivo debe ser la entrega al agricultor de paquetes tecnológicos que incluyan por ejemplo:

Cultivos o variedades adecuadas, distanciamiento de siembra, épocas de siembra, dosis y época de abonamiento, control de las principales plagas y enfermedades. Para ello debemos tener confianza y seguridad en la tecnología que se propone, recomendándose un camino como el siguiente:





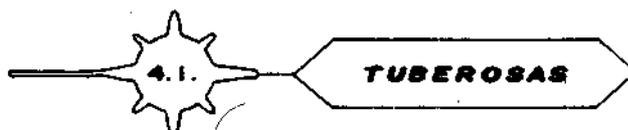
Esta actividad está íntimamente vinculada con las demás que realiza el SESA dentro de su estrategia de ecodesarrollo.

La Fase I); tiene como objetivo recuperar y/o rescatar los recursos biogénéticos de los cultivos altoandinos, utilizando sus potencialidades productivas, para orientarlos al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y considerar sus alternativas en la alimentación nacional.

En la Fase II, las actividades están vinculadas con las prácticas de conservación de suelos, el incremento de la producción y productividad, el rescate de tecnologías apropiadas y la introducción de otras igualmente apropiadas a las condiciones del medio ambiente y a la economía de la zona.

La práctica se vincula en los Centros Demostrativos específicos, con las siguientes líneas de actividad.

- Conservación de suelos, cultivo en terrazas y otras prácticas.
- Aprovechamiento racional de laderas.
- Mejoramiento del suelo.
- Contribución a la organización de la población.
- Aprovechamiento y uso racional del agua.
- Restablecimiento del equilibrio-ecológico (uso de su potencial y conservación).



a. > Olluco (Ullucus tuberosus)



FIG. Nº 1

Andes de América. Ampliamente distribuido en nuestro departamento» Antiguamente se utilizaba para curar traumatismos internos y para ayudar en el parto a las mujeres.

Se incluye en la rotación con otros cultivos; de buena demanda en el mercado, logra a veces mejores precios que la papa.

Un problema por superar es la conservación y almacenamiento

miento del producto; una alternativa sería deshidratarlo (1). Un trabajo sobre "deshidratación de tubérculos de olluco, realizado en la U.N.A. (2), encontró que el pelado químico dio mejor resultado

que el manual, para ello se empleó soda caustica (NaOH) al 6 % a 100 °C, por un período de 3 minutos.

Propone un diagrama del proceso que se debe seguir para la elaboración de rodajes de olluco deshidratado} es el que sigue



b. Oca (Oxalis tuberosa)

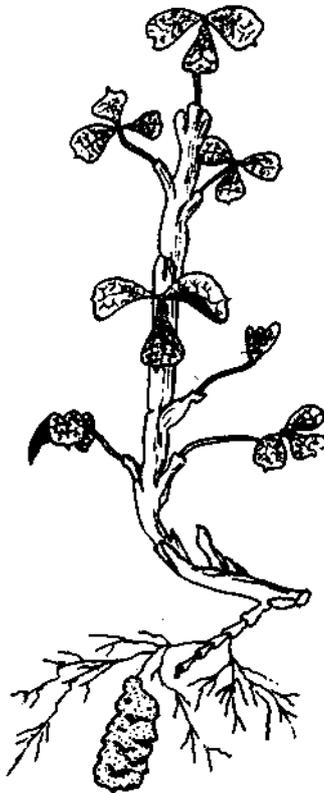


FIG. Nº 2

- (1) Para mayor información, consultar los Manuales E-3 "Secadores Solares" y F-1 "Almacenes para semillas tubérculos".
 (2) Ing^o Salas.

Da la familia de las Oxalidáceas, es de origen americano; en cuando a distribución y cultivo: características algo similares al olluco.

Las áreas sembradas son reducidas, pero casi siempre está presente en las parcelas de la región Suni. Los campesinos manifiestan que uno de los problemas *más* apremiantes es la falta de semilla.

Otro factor es la presencia de gusanos de tierra, entre ellos el prenmotrypes solani, que ataca a tallos y tubérculos; en cuanto a enfermedades no tiene mayores problemas. Se consume fresca después de exponerla al sol por unos días; también en postres y conservas. Se sabe que la harina de oca puede reemplazar a la de trigo en panificación, hasta en un 20 %, Se puede fabricar alcohol de buena calidad.

c. Mashua (Tropeolum tuberosum)



FIG. Nº 3

Tropeolácea, probablemente originaria del altiplano, actualmente en estado de extinción en nuestro medio. En otras épocas se la sembraba extensivamente; así en la época incaica era usada para alimentar a los ejércitos, cuando tenían que cumplir largas campañas; pues se cree que tiene propiedades de suprimir el deseo sexual.

Se consume cocida, eliminando así el sabor propio que tiene; de esta manera se asemeja al nabo. También se consume helada y deshidrata-

da. En Huamanga (Ayacucho) se han seleccionado variedades que contienen el 11 % de proteína en base seca. Tiene además aplicaciones medicinales.

d. Llacón (Polymnis sonchifolia)



FIG. Nº 4

Es una especie de la familia compuesta, que encontramos generalmente en los huertos de los hogares rurales; se consume como fruta por su poder refrescante y agradable sabor, especialmente después de exponerlos por unos días al sol para facilitar concentración de los azúcares. Es rico en sacarosa (17 %), insulina (13 %), fierro (75 mg). Es importante también como planta forrajera.

e.) Arracacha (arracacia xanthorryza)

Umbelífera que tiene amplio rango de adaptabilidad} la encontramos desde los 2,000 hasta los 3,500 m.s.n.m.; de buenos rendimientos unitarios, su período vegetativo se alarga en relación con la altitud y la hay desde los 6.5 meses hasta los 11 a 12 meses.

En zonas como Chota, Cutervo y Santa Cruz, se cultiva en extensiones considerables. Para nosotros este cultivo debe tener un trata miento especial, pues Cajamarca, según las estadísticas de los dos últimas décadas, es el primer productor a nivel nacional. de las aproximadamente 3200 Has. que se cultivan en el Perú, el 83 % co-

rresponden al Departamento de Cajamarca.

Contiene almidón de primera calidad, por ello es un buen alimento para los niños; además es rica en ciertos nutrientes, superando a la papa; así tenemos que por cada 100 gramos de parte comestible contiene: niacina 2.84 mg. ácido ascórbico 27.1 mg; calcio 28 mg. y fósforo 52 mg.

No tiene problemas en cuanto a plagas y enfermedades, es rústica; quizás su mayor inconveniente sea su largo periodo vegetativo, que puede ser objeto de mejoramiento.

Un problema, como en casos anteriores, es la conservación de semillas vegetativas una vez realizada la cosecha, así como la floración prematura en campo cuando no se la siembra prontamente; la U.N.C. viene realizando ensayos tendientes a solucionar este inconveniente (1).

f. Camote (Ipomaea batata)

De la familia de las Convolvuláceas; su centro de origen estaría en las áreas tropicales de centro y sudamerica, ampliamente distribuida desde la costa, hasta altitudes de alrededor de 2,500 metros. De gran potencial productivo, tanto en materia seca como en proteínas y vitaminas; esto lo confirman los estudios realizados en camotes de la costa.

En nuestro medio lo encontramos en todas las provincias y existe una gran variedad de cultivos, que se diferencian por el color del follaje, forma de hojas, color externo e interno de la raíz, etc.

Como muestra de la riqueza alimenticia que tiene esta especie y lo que se puede lograr, vía mejoramiento, mostramos resultados obtenidos en un estudio sobre camotes del Perú, en lo que se refiere a contenido proteico y vitaminas.

(1) U.N.C. Universidad Nacional de Cajamarca. Ing. Plasencia.

Cuadro No.2

NOMBRE COMERCIAL Y AUTOR	PROTEINAS % BASE SECA	VITAMINA A U. I.
Rarois (DC)	4.14	105.13
Jonathan (DC)	5.10	66.20
----- (TED-DC)	6.83	2.52
Teoboza (TED-DC)	7.22	438.77
Uñorio (DC)	9.22	25.92
Elyda (DC)	10.22	129.12
Carsaettome (DC)	31.05	176.95

DC = Del carpio

TED-DC = Tipo Eulogio Delgado y del Carpio

Fuente = Agronoticias Nº 54. Abril-Mayo, 1984.

g. Yucauca (Manihot sculenta)

Euphorbiácea, originaria de América, acumula grandes cantidades de materia seca en sus raíces; distribuida ampliamente en las zonas bajas del departamento.

Fue muy importante en el Perú precolombino, pues se han encontrado raíces bien conservadas en tumbas incaicas y también están representadas en objetos de cerámica. Uno de sus problemas es que como producto fresco no puede conservarse por mucho tiempo; frente a este inconveniente, se debe pensar en el secado industrial, fabricación de harinas, etc.

h. Papas Nativas (Solanum)

Existe en la zona buen número de papas nativas, algunas a] estado silvestre y otras han sido incorporadas al cultivo; últimamente es tan siendo desplazadas por las variedades mejoradas. Es necesario estudiarlas mejor, establecer y aprovechar las ventajas que nos puedan ofrecer, especialmente para el mejoramiento genético, pues generalmente son rústicas y algunas de buenas cualidades culinarias. El año 1982, el ingeniero Martos de la Universidad Nacional

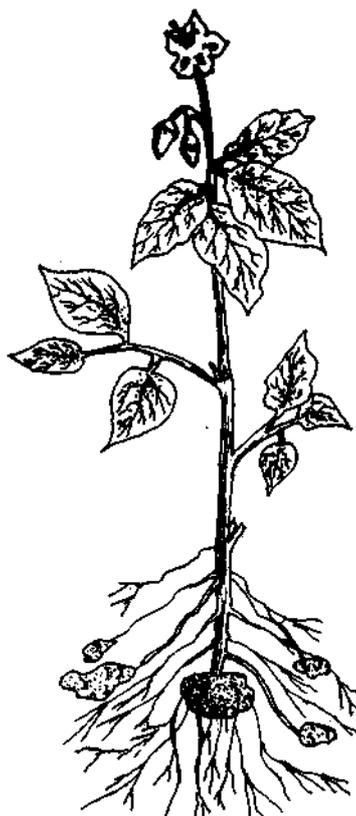


FIG. Nº 6

de Cajamarca, encontró en la zona de Tual algunas de estas plantas desarrolladas en forma natural, al borde de los campos de cultivo de los campesinos.

4.2 GRANOS

a Quinoa (Cheñopodium quinoa)

Quenopodiácea, que la encontramos todavía cultivada por los campesinos en pequeñas áreas, a veces alrededor de sus campos de papa o asociada con maíz u otros cultivos. (1). No olvidemos que fue el tercer cultivo en importancia en la época incaica, después de la papa y el maíz.

Su amplia distribución geográfica, desde el nivel del mar (quinuas chilenas) hasta los 4,000 metros de altura, hace de ella una es-

(1) Para mayor información, consulta el Doc. A-4.



FIG. Nº 6

pecie de buena perspectiva.

De gran valor nutritivo sobre todo en lo referente a proteínas; a su vez contiene seis de los diez aminoácidos esenciales y dentro de ellos a la lisina en un 6 %, Se cree que en las culturas primitivas del Perú fue un grano que hizo posible superar el desbalance nutricional que se producía al consumir básicamente maíz, cultivo que no tiene la riqueza proteica y sobre todo el valor biológico de los nutrientes que sí posee la quinua. En Cajamarca encontramos abundante material genético que debe ser aprovechado. El Ingeniero floríndez, (2) hace pocos años, inició trabajos con material de la zona, habiendo logrado seleccionar algunos cultivares de grano dulce, pues la mayoría son amargas y necesitan un lavado previo al consumo.

La Quinua es comparada con otros cereales en cuanto al contenido de aminoácidos esenciales en grano/10Kg. bruto según Ewart. 1967.

(2) U.N.C.

Cuadro No. 3

AMINOACIDOS	TRIGO	CEBADA	AVENA	MAIZ	QUINUA VAR. SAJAMA
Isoleucina	32	32	24	32	68
Leucina	60	63	68	103	104
Lisina	15	24	35	27	79
Fenilalanina	34	37	35	33	59
Tiroxina	16	17	16	14	14
Cistina	26	28	45	31	Trazas
Metionina	10	13	14	16	18
Treonina	27	32	36	39	40
Triptófano	6	11	10	5	16
Valina	37	46	50	49	76
Total Proteína Bruta %					14.4%

b. Coyo o Kiwincha (Amaranthus caudatus)

FIG. Nº 7

Amaratacáa, originaria del Perú y otros países andinos; en la India es llamada actualmente "Randana" que significa semilla enviada por Dios, pues es un grano de alto valor biológico} contiene el doble de lisina que el trigo, triple que la del maíz y aún más comparativamente con la leche; se dice que si se comiera sólo este grano, se permanecería más saludable que si la alimentación fuera solamente a base de trigo o maíz.

En cuanto a la calidad de proteína, tiene un valor de 75 mientras que el trigo tiene 60, el maíz 44, la soya 68, y la leche de vaca 72. Una combinación de amarantus y trigo casi alcanza el valor perfecto de 100, por que los aminoácidos carentes en uno abundan en el otro.

Las hojas también son ricas en proteínas, vitaminas y minerales; los conocedores indican que las hojas hervidas son tan buenas como las espinacas o la alcachofa.

Otra gran ventaja de esta planta, que debe ser aprovechada, es el hecho de tener una forma más eficiente de fotosíntesis; es de las plantas que realizan el ciclo o vía C₄ (Carbono 4) en la fijación del carbono, por lo tanto aprovecha mejor la energía, y teóricamente sólo exige la mitad de agua que el ciclo C, (que sigue la mayoría de las plantas).

Existen dos especies más de este género: A.- hychondriacus y A. cruentus, originarias de México, que tienen iguales bondades que A. caudatus.

Referencias de antiguos cajamarquinos nos indican que en otras épocas su consumo estaba muy difundido, especialmente tostado, pues revienta como "popcorn" (palomitas de maíz), y también en harina. Hoy el cultivo lo encontramos reducido a pequeñas áreas, asociado al maíz o en el borde de los campos.

Ascoy (1984) evaluó 15 cultivares de Cajamarca y encontró alguno de ellos con rendimientos prometedores, así mismo no estableció problemas en cuanto a plagas y enfermedades.

Uno de los problemas por solucionar está en relación a lo laborioso que resulta la cosecha y la obtención del grano; para ello es

necesario generar tecnologías apropiadas para dicho fin.

c. Chocho o Tararí (Lupinus mutabilis)

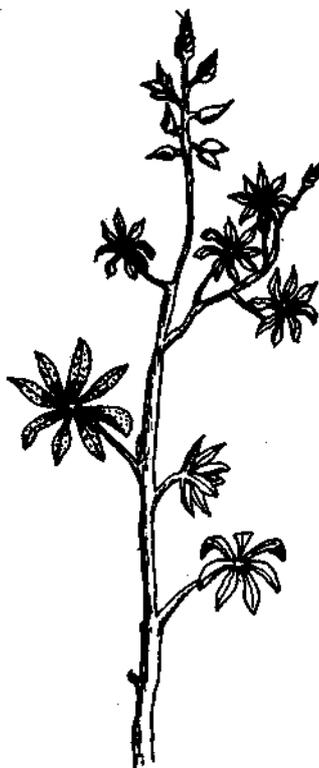


FIG. Nº 8

Leguminosa importante en Cajamarca, de uso muy difundido. En la ciudad se vende cocido en forma de ensalada y la gente lo consume como cualquier "golosina". En algunos lugares se siembra en buenas extensiones y desempeña importante papel en la rotación de cultivos, por ejemplo después de cebada, trigo, etc.

Tiene ciertos problemas, en cuanto a plagas y enfermedades, que es necesario solucionar; otro problema es su largo período vegetativo, así como para su promoción constituyen una limitación los bajos precios en el mercado.

Es un cultivo rustico, que mejora el suelo y produce abundante proteína a bajo costo. Según pruebas, una mezcla de 50 % de harina de quinua, 25 % de harina de chocho y 25 % de harina de coyo, reemplaza nutricionalmente con eficiencia a la leche, a precio mis o menos equivalente a un tercio de la leche fresca (Tapia, 1984).

d. Ñuna . (*Phaseolus sp*)

También de la familia de las leguminosa, merece especial mención y atención en nuestro caso, pues es una planta que se encuentra dis tribuida en tres departamentos del Perú: Cajamarca, La Libertad y Ancash, y si bien es cierto ha sido llevada a otras zonas, parece no responder como lo hace en el norte del país. En el caso de Cajamarca, su "habitat natural" está en la zona de Cajabamba.

Existen diversos cultivares que se diferencian básicamente por el color del grano. Mayormente la encontramos asociada al maíz (es trepadora).

Sabemos que algunas colecciones fueron llevadas a México; pero no se conoce su situación actual.

Se consume el producto tostado, es crocante y de sabor agradable.

e Pajuro o Pashullo (*Erytrina edulis*)

Leguminosa de zonas altas; produce granos comestibles llamados "porotos", importante también como conservador de suelos; sus fio, res ricas en néctar le dan importancia para el desarrollo de la apicultura (1).

El. Doctor Sánchez Vega, de la U. N. C., está culminando un traba jo sobre etnobotánica y análisis químico del grano. En lugares como San Marcos, Jesús, es una planta ampliamente cultivada, especialmente alrededor de las chacras.

f. Girasol o Sol de Oro (*Helianthus annus*)

De la familia de las compuestas, se cree que es originaria del Pe-rú, por lo que también se la llama "Flor de Oro del Perú". Ha sido muy bien promocionada y mejorada en otras regiones o países como Rusia (URSS). Su importancia radica en la riqueza en aceite de sus semillas (hasta 45 %) y también como planta forrajera. Existen cultivares precoces de menos de 4 meses, como los bay tambien tardíos.

Es necesario estudiar más detalladamente las potencialidades de

(1) Para mayor información, consultar el Manual D-12 "Crianza de Abejas".

esta especie en nuestro medio, así como sus posibilidades de industrialización.

g. Haba (Vicia faba)

Leguminosa muy difundida entre nosotros; se la siembra en áreas pequeñas para autoconsumo. Actualmente tiene problemas, en lo que se refiere a ciertas enfermedades foliares y radicales, que es necesario superar.

h. Arveja (Pisum sativum)

Especie introducida pero muy bien adaptada a ciertas zonas ecológicas de Cajamarca; son famosas las arvejas de San Pablo, Cutervo y Cajabamba, donde los volúmenes de producción son importantes. De amplia diversidad en cuanto a color, tamaño, textura y dureza del grano.

Se le debe dar mayor atención a esta especie, por ser de corto período vegetativo y desempeñar un importante papel en la rotación de cultivos.

En la provincia de Chota, este cultivo se siembra en los campos de maíz cuando éste está madurando; de esta forma una vez cosechado el maíz la arveja queda sola en el campo, aprovechándose mejor el suelo y el agua de las últimas lluvias.

Los datos estadísticos sobre cultivos andinos, según el Anuario Estadístico Agropecuario de 1980 del Ministerio de Agricultura - Región Agraria XI Cajamarca, son como sigue:

Cuadro No. 4

ESTRATO	CULTIVO	Area (Has.)	Rend./Ha. (Kg./Ha)	Volumen Prod. (Tn.)
I	Oca	3313	3531	11,698
	Olluco	2730	3302	9,014
	Arracacha	2498	4883	12,198
II	Chocho	523	669	350
	Quinua	133	428	57
	Nuña	85	482	381
III	Mashua	29	2344	68
	Llacón	11	215	2

Del cuadro se puede inferir que en dicho año (1980) los cultivos andinos de mayor impacto en la región, tanto en área sembrada como en rendimiento y producción, fueron la oca, el olluco y la arracacha. Como de segunda importancia, considerando los mismos aspectos (área, rendimiento y volumen de producción), fueron el chocho, quinua y Ruña, mientras que quedaban como cultivos de poca significación : Mashuay Llacón.

Sin embargo de acuerdo al grado de nutrientes con que contribuyen en la alimentación poblacional del área y considerando sus posibles rendimientos y desarrollo de cada cultivo de los estratos II y III» según posición geográfica (m.s.n.m.), se intensificará prioritariamente la promoción de los cultivos como mashua, chocho quinua y ñuña, no tanto el llacón por ser un cultivo de valle andino.

En cuanto a los cultivares del estrato I, se seguirá con la promoción y el mejoramiento tecnológico de los mismos.



Los diseños que se utilizan son diferenciados en cada fase:

5.1 EN FASE I: COLECCIÓN ESTUDIO Y CLASIFICACIÓN DE ESPECIES

Se utilizan los diseños o procedimientos que corresponden a las ciencias naturales, la taxonomía, la sistemática, la ecología y la geografía.

Estos procedimientos de clasificación consideran principalmente las características genotípicas y morfológicas de cada especie y de su diversificación en variedades, tipos, tamaños, etc.

5.2 EN FASE II : CONSERVACIÓN, MULTIPLICACION EXPLICACION Y ESTUDIOS AGRONÓMICOS

Se utilizan diseños estadísticos en:

- a) Tesis de grado en las que se estudian algunas de las variables que influyen en sus características biológicas y en su producción.
- b) El establecimiento de parcelas; se utilizan diseños sencillos, como el cultivo en franjas separados por otros de quinua o choclo, de acuerdo a las prácticas existentes.
- c) Cultivos en terrazas compartivamente con áreas testigo; estas últimas como terrenos sin previo tratamiento.
- d) Algunos diseños en la realización de labores: como métodos de siembra, abonamiento, etc.
- e) Estos diseños toman en cuenta la tecnología existente y la que se desea promocionar.



6.1 PARA FASES I Y II

A. Fase I. Colección e identificación de especies

En esta fase se procede de la siguiente manera:

- a.1 Se realiza la demarcación, en un plano, de las posibles áreas a visitar y se establecen itinerarios de viaje, en función de distancias, vías de acceso y otras características de dichas áreas.
- a.2 Se complementan los preparativos, consistentes en la provisión de equipos para la colección, tales como envases de madera, bolsas de diferentes tamaños y otros instrumentos como cartografía, altímetros, brújulas, etc.
- a.3 Realización de los viajes de colección previstos y ejecución de esta tarea, identificando el material colectado mediante una ficha de recolección (Anexo N° 1, 3, 4)
- a.4. Almacenamiento provisional.

B. Fase II. Mantenimiento y Propagación del germoplasma.

Se efectúa mediante la instalación del material reproductivo en las parcelas; para ello se procede de acuerdo al diseño, en el que resulta de suma importancia la disponibilidad del material de propagación, a fin de orientar las actividades de promoción y participación de los agricultores.

El procedimiento de siembra, se realiza tratando de mantener la identificación, es decir, p. e. se establece cada especie en un surco, identificándola mediante la colocación de un letrero.

Cuando el material es reducido, se siembra en surcos y para su separación con otra especie, se emplea p.e. la cebada, que igualmente se identifica mediante un letrero.

Las demás labores se realizan de acuerdo a la tecnología apropiada y utilizando equipos y herramientas propias del lugar, tales como: yunta, lampa, racuana, barreta, etc., de acuerdo a las características técnicas y a las posibilidades del productor.

Para la evaluación de las características, comportamiento y produc-

ción da los cultivos, se utiliza una "ficha" especial en la cual se registran las diferentes labores, ocurrencias y observaciones que se realizan.

El almacenamiento y conservación del material se realiza:

- De acuerdo a los métodos tradicionales:

En los "altillos" o terrados de las casas de los campesinos en caso de tubérculos; estos se disponen en lotes extendidos, previamente clasificado el producto por sanidad, características de cada cultivo, etc.

- En almacenes especialmente diseñados para la zona:

Para este fin, se viene promoviendo la adopción y uso de almacenes rústicos contruidos con madera del lugar, los que son muy empleados en la conservación de papa (1). Estos almacenes, están ubicados en sitios estratégicos; y su construcción está basada en el principio de utilizar las características climáticas de la zona (humedad, luz, aire, temperatura) que garantizan la conservación del producto.

6.2 LABORES CULTURALES

Las labores culturales que se describen a continuación constituyen una sistematización preliminar de la forma como se realizan éstas en el ámbito de influencia del SESA.

Para una mejor comprensión se debe tener en cuenta previamente el panorama de la agricultura andina, en cuanto a disponibilidad de agua, épocas de siembra, etc., entre otros aspectos, ya que las labores se realizan teniendo en cuenta los diferentes sistemas productivos (3)

a. Panoramas agrícolas en las laderas.

De acuerdo a dotación de agua de que disponen los suelos, a las condiciones de clima y topografía imperantes, se distinguen los siguien-

(1) Para mayor información, consultar Manual F-1 "Construcción de Almacenes de Madera Rústica para Semillas de Tubérculos".

(3) Para mayor información, consultar el Documento A-4.

tes panoramas:

- Suelos con riego;

Son los que tienen dotación de este recurso en forma permanente o temporal; se busca dotar de agua a las parcelas en el momento oportuno (con mayor razón tratándose de riego complementario; estos suelos generalmente tienen poca pendiente y en ellos se practica una agricultura mucho más intensiva, de acuerdo a su ubicación en relación a la altitud.

- Suelos de secano

Estos suelos caracterizan otro panorama: no disponen de agua para riego; es casi el caso general del área de influencia del SESA.

La agricultura se practica dependiendo del agua de lluvia y, por lo tanto, su calendario de siembras está en función a las épocas de precipitación pluvial. Estos suelos constituyen la mayoría de la superficie agrícola actualmente, ubicados en las laderas y con pendientes pronunciadas. La agricultura que en ellos se practica es sumamente inestable, dependiendo de las condiciones ambientales.

- Suelos de terrenos en barbecho

Este panorama se presenta en aquellas áreas donde los suelos son roturados por primera vez (suelos vírgenes) o después de un largo período de descanso. En estos suelos las prácticas de preparación del terreno están determinadas por la cobertura vegetal que presentan.

b. Especies cultivadas

Las prácticas o labores culturales se realizan de acuerdo a las especies cultivadas; para efectos de la descripción de sus labores, se han clasificado de la siguiente manera:

- Tubérculos mayores : papa.
- Tubérculos menores : olluco, oca, mashua, incluyéndose también el llacón, la achira.
- Granos mayores : Chocho, haba, arveja, frejol.

- Granas menores : Quinoa, Kiwicha, cañihua.

c. Épocas de siembra.

Las épocas de siembra están determinadas en la mayor parte del área por los períodos de precipitación pluviométrica y por el clima. Este hecho da lugar a que las labores como las de preparación de terrenos, siembras, etc., se realicen en períodos cortos, en los cuales se observan áreas considerables en trabajo, requiriéndose equipos, tracción y mano de obra, que muchas veces no llegan a satisfacer las demandas totales, por ej.: de yuntas.

En el ámbito del SESA se presentan dos épocas, denominadas:

Campaña grande

Comprende al período en que se cultiva la mayor extensión en las laderas (dependiendo de los meses de lluvia) y caracteriza a la agricultura de secano; la siembra se realiza entre los meses de setiembre a marzo y las cosechas de abril a agosto.

Campaña Chica

Esta campaña comprende el período en el que se desarrollan los cultivos en terrenos dotados de agua de riego, los que pueden producir hasta dos cosechas. La campaña chica se realiza entre los meses de mayo a setiembre.

Las características de la agricultura andina, algunos de cuyos rasgos se han enumerado, influyen y determinan las épocas y procedimientos para la realización de las labores culturales en los diferentes cultivos.

d. Labores culturales propiamente dichas

d.1. Preparación del terreno

- En suelos con riego

Las operaciones para la preparación de estos suelos son principalmente las siguientes:

. Primera arada

Esta se realiza sobre terrenos, que han sido cultivados en la campaña anterior y tiene como finalidad remover el terre-

no, enterrar la mala hierba, desmenuzar e incorporar el rastrojo para provocar su rápida descomposición.

. Segunda arada

Se realiza después de 20 a 30 días de la primera; se efectúa en el sentido perpendicular o transversal a la primera, por lo que se denomina también cruza; ésta deja el terreno nivelado y mullido a una profundidad de 30 a 40C cm. El terreno en estas condiciones ya puede recibir la semilla. Se efectúa para el cultivo de papa, maíz, y demás tubérculos menores.

Para esta labor se usa generalmente yunta.

En suelos al secano

En los suelos al secano de ladera, esta labor se realiza con yunta o con pico ó lampa, dependiendo su empleo del tamaño de la superficie, de las características de la propiedad y de la economía del productor.

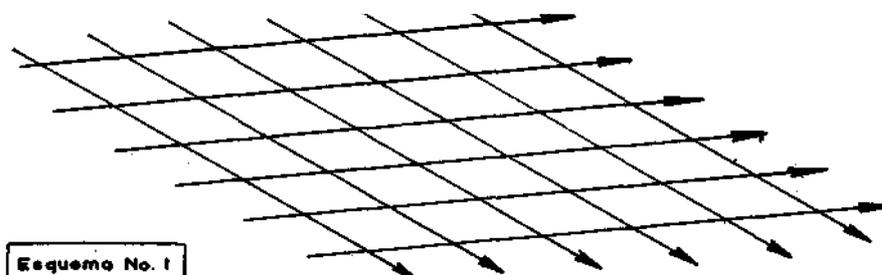
. Primera arada

Si ha existido cultivo anterior, esta arada tiene la finalidad de incorporar las malas hierbas y residuos de cosecha (rastrosos).

La operación se practica en los meses de agosto a setiembre.

. Segunda arada

Se realiza a los 28 a 30 días de la primera, para mullir el terreno e incorporar las nuevas plántulas de las malas hierbas, que nuevamente han germinado. Esta arada se llama también cruza y se realiza en sentido contrario a la primera.



. Tercera arada

Con una tercera arada se logra un mejor mullimiento y se realiza para el surcado y tapado.

Esta operación es practicada en los cultivos de cebada, trigo, chocho, cuando ha existido un cultivo anterior en el terreno, cuando en él se han desarrollado malas hierbas, o el terreno ha quedado con mucho rastrojo.

- En suelos o terrenos barbechos

En estos terrenos las labores de preparación dependen de su estado anterior.

. Primera arada

Se realiza después de las últimas lluvias (meses de marzo a abril; para aprovechar la humedad que contiene y facilitar la penetración del arado.

. Segunda arada

Se efectúa a los 30 a 35 días después de la primera, con el propósito de disgregar los terrones (champas) que han quedado de la primera arada y tratar que tenga mayor mullimiento.

. Tercera arada

Se realiza en los meses de julio a agosto, con la finalidad de voltear y enterrar las malezas que han crecido después de las aradas anteriores y lograr que el terreno quede mejor mullido.

. Cuarta arada

Esta arada o cruza debe lograr dar una mejor aireación y mullimiento al terreno, dejándolo libre de malas hierbas. Con esta arada puede realizarse la siembra de granos.

. Quinta y sexta arada

Estas aradas se realizan para cultivos en surcos con el objeto de lograr una cama apropiada para la germinación de la semilla; comprende surcado y tapado.

Los agricultores (generalmente campesinos pobres con muy poca tierra), que no poseen yunta, efectúan esta labor con herramientas manuales como: barreta, pico, lampa, etc.

(d.2.) Siembra

La siembra se realiza una vez que el terreno está en condiciones adecuadas para esta labor.

- En el caso de la papa y con el empleo de yunta, se hace en surco y por golpes, empleando generalmente yunta.
- El llacón y achira se siembran generalmente en forma dispersa dentro de otros cultivos.
- Los granos mayores y menores se siembran en surco y línea continua, como el chocho, y al voleo con la quinua, kiwicha, cañihua, trigo, y cebada.
- En su forma tradicional, los granos menores se siembran en línea continua o en pequeñas franjas ubicadas entre cultivos diferentes, en los contornos de las chacras.
- La época de siembra de los diferentes cultivos se realiza de acuerdo al siguiente calendario:

(Cuadro No. 5)

CRONOGRAMA DE SIEMBRA			
CULTIVO	RIEGO	SECANO	OBSERVACION
Papa	Abril - Mayo	Octubre - Diciembre	2 Campañas
Olluco	" "	Agosto - Setiembre	1 Campaña
Oca	" "	Agosto - Setiembre	1 Campaña
Mashua	" "	Agosto - Setiembre	1 Campaña
Arrocacho	" "	Enero - Febrero	1 Campaña
Achira	" "	Octubre - Noviembre	Cualquier mes
Llacón	" "	Octubre - Noviembre	" "
Chocho	" "	Setiembre - Octubre	" "
Quinua	" "	Octubre - Noviembre	" "
Kiwicha	" "	Octubre - Noviembre	" "
Cañihua	" "	Octubre - Noviembre	" "
Muña y Amauca	No tiene fechas determinadas.		

Para la siembra, las prácticas de selección de semillas se realizan escogiendo las más grandes.

El agricultor casi siempre utiliza su propia semilla y, cuando la adquiere del mercado, no tiene en cuenta su calidad reproductiva. (1)

La conservación y manejo de las semillas se realizan de forma empírica en la mayoría de casos.

d.3. Deshierbos y aporques

El deshierbo es una labor que consiste en la eliminación, del campo de cultivo, de las malezas que compiten en nutrientes, agua, luz y espacio con las plantas cultivadas. Con esta labor se agrega también una pequeña cantidad de tierra suelta al rededor de las plantas. La realización de esta actividad se hace manualmente o utilizando lampas, lampillos ó racuanas.

El aporque en tubérculos, raíces o cornos se realiza para agregar tierra al pie de las plantas, tanto para favorecer el aereamiento, como para cubrir parte del tallo y favorecer que se emitan tallos vegetativos, o raíces que se transforman en "fruto".

El aporque en la papa se realiza cuando las plantas tienen unos 25 a 30 cm.; de 20 a 30cm. en el caso del olluco, oca y mashua.

En el cultivo de granos no se practica él aporque.

Para los tubérculos menores, el momento del aporque está relacionado con el inicio de la floración, período en el cual se inicia la tuberización.

Las herramientas que se utilizan son: pico, lampa, racuana , etc.

La época en que se realizan estas prácticas, en el calendario agrícola, se presenta en el siguiente cuadro»

(1) Para mayor información, consultar el Manual D-7 "Banco de Semillas".

Cuadro No. 6

CULTIVO	DESHIERBO		APORQUE	
	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO
Papa	Junio - Julio	Nov. - Dic.	Julio - Ago.	Enero - Febrer.
Olluco	Oct. - Nov.	Oct. - Nov.	Dic. - Enero	Dic. - Enero.
Oca	" "	" "	" "	" "
Mashua	" "	" "	" "	" "
Arracacha	Febrer. - Marzo	Febrer. - Marzo	Mayo - Junio	Mayo - Junio
Achira Liacón	No hay labor cultural específica, se cultiva asociadamente.			
Chocho Quinoa Kiwleha o Coyo Cañihua	En este tipo de cultivos, generalmente se acostumbra dar un deshierbo (tirapa), a los 2 ó 3 meses de su siembra y al- gunas veces se practica un raleo.			
Muña y Amauca	No se conocen tipos de labores culturales.			

d.4. Riego

El agua para riego se utiliza principalmente en cultivos de campaña chica, en áreas localizadas en valles o en terrenos con disponibilidad de ella. (1)

En caso de áreas en las que se practica exclusivamente cultivos de secano, para disponer de agua se requiere generar la esponja vegetal y realizar captaciones del agua de lluvia o de filtraciones. Para dicho fin se ha de construir obras de captación, conducción y tratamiento. El riego en este caso puede tener una finalidad exclusivamente complementaria es decir, se utiliza el recurso solamente cuando no llueve o hay periodos de precipitaciones muy mal distribuidas. (2)

d.5. Abonamiento

El abono utilizado en los cultivos en el área de influencia del SESA es el estiércol, proveniente de los animales del productor o de la compra.

La aplicación en los cultivos de tubérculos se hace en el surco, al momento de la siembra (papa, olluco, oca, mashua).

-
- (1) Para mayor información, ver Manual D-17. "Aprovechamiento Integral de Aguas".
 (2) Consultar Manuales correspondientes de los Bloques Temáticos "H" e "I"

En el cultivo de granos se aplica antes de la siembra a línea corrida luego se tapa conjuntamente con la siembra.

También se utilizan fertilizantes sintéticos en cultivos con orientación comercial; en este caso la aplicación es proporcional: la mitad de la dosis del nitrógeno se aplica a la siembra, la otra mitad al aporque (Ashala); es decir, se utiliza fraccionadamente.

Es necesario señalar que existen limitaciones para el uso de fertilizantes sintéticos, tanto por la elevación continua del precio, que hace prohibitivo su uso en la producción campesina; así como por la falta de conocimientos adecuados. El primer aspecto señalado es determinante.

Se utilizan igualmente compost y bioabono, principalmente en cultivos de hortalizas y frutales (1).

d.6 Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se ha venido realizando en algunos cultivos por el uso de productos químicos fitosanitarios, los que en la década pasada tuvieron cobertura significativa; en la actualidad debido a la elevación de sus precios, existe fuerte restricción en su utilización; los productores y técnicos están adoptando alternativas menos costosas de acuerdo a los principios de la bioagricultura.

Se estén estudiando alternativas diferentes; entre ellas, el mejoramiento genético, el control cultural, control mecánico o manual, control biológico, etc. También se están buscando insecticidas provenientes de plantas nativas.

d.7 Cosecha

La cosecha se realiza utilizando herramientas y procedimientos que dependen de cada cultivo.

- En la papa se hace con la yunta; o en forma manual, empleando la racuana, pico, etc.
- En el caso del chocho, se "arranca" toda la planta cuando el

(1) Para mayor información, consultar Manual D-16. "Agricultura Biológica" y Manual E-1 "Construcción de Digestores y Usos de Biogás y Bioabono".

grano ha cumplido su madurez; se "amontona" en una "era" para dejarlo secar, luego mediante golpes de "palos" se hace caer el grano, el cual se limpia utilizando el viento ("venteo"); finalmente se embolsa en sacos.

- Los granos menores como la quinua, kiwicha, cañihua se cosechan cortando o arrancando la planta, la que se coloca sobre "mantas" para su secado; luego se "pisotea" para lograr la separación del grano, que se obtiene mezclado con muchos residuo, siendo por ello necesario su separación, utilizando el viento ("venteo"), tarea que normalmente es muy laboriosa.

Existen algunas prácticas de conservación de productos; se está introduciendo, para el caso de tubérculos, el empleo de almacenes rústicos contruidos de madera (1).

(1) Para mayor información, ver manual F-1. "Construcción de Almacenes de Madera Rústica para semillas de tubérculos".



Para realizar la capacitación y extensión, se tienen en cuenta: las características de los productores, en cuanto a condición social, conocimientos técnicos y culturales; características y condiciones favorables y desfavorables de la zona para la instalación de la actividad, etc.

Es necesario igualmente considerar la existencia de niveles de organización, prácticas de cooperación, reuniones o asambleas y sus formas de desarrollo, así como los lugares donde se realizan dichas reuniones (escuelas, iglesias, plaza, local, comunal, etc.)

De acuerdo a ello, se consideran como los métodos más adecuados los siguientes;

- Realización de días de campo, con fines de demostración de prácticas, capacitación y demostración de resultados.

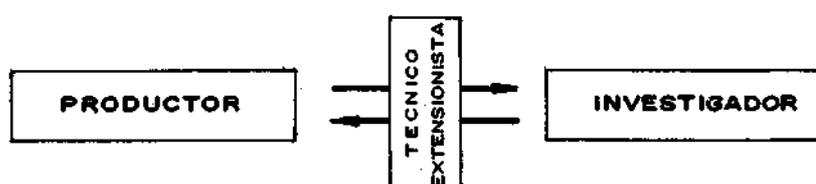
Son realizados en las parcelas instaladas y a ellas concurren los demás agricultores. Se ha utilizado esta modalidad aprovechando la práctica de "mingas".

- Utilización de medios audiovisuales, como proyección de slides, películas, etc, en las que se presentan a los asistentes las técnicas adecuadas, para su discusión y obtención de conclusiones.
- Realización de cursos, dentro de los cuales se programa charlas sobre cultivos andinos. Estos cursos comprenden también otros temas.

Se ha encontrado, en general, que estos métodos son los más adecuados, siendo de menor importancia los medios escritos, por el grado de analfabetismo imperante en el área.

Por otra parte, es necesario considerar la importancia de valorar adecuadamente los conocimientos que disponen los agricultores, aunque ello corresponda a su experiencia empírica.

La relación de los productores con los investigadores, a través de los técnicos de campo, debe ser horizontal y propiciar el diálogo interac-





La realización de esta actividad está controlada, teniendo en cuenta el esquema general de control del SESA; éste se basa para ello en su programación y en el establecimiento de un sistema de informes trimestrales, que realizan los responsables de cada práctica.

Por otra parte el técnico-profesional responsable, tiene mecanismos de control de programación más detallada; en consecuencia emplea un conjunto de registros para cada actividad que realiza.



1.- NOMBRE Y DIRECCIÓN DEL AGRICULTOR

2.- DATOS GENERALES

Especie :

Colector :

Institución:

Fecha :

Nombre local :

Localidad :

Altitud : (m.s.n.m).

Localidad más cercana

 Distancia :

 Dirección :

Distrito :

Provincia :

Departamento :

País :

Latitud : N -S

Longitud : E -O

3.- FUENTE DE COLECCIÓN

Campo disturbado	1
Campo de cultivo	2
Huerto casero	3
Almacén finca	4
Mercado rural	5
Mercado comercial	6
Instituto de investigación	7
Vegetación silvestre	8
Otro :	9

Frecuencia:

Abundante: 1: poco:2; raro:3

Status **de la muestra** :

Silvestre	1
Maleza	2
Semicultivada	3
Cultivar primitivo	4
Cultivar mejorado	5
Otro	6
Tipo de muestra»	
Raíz	1
Tallo	2
Semilla	3
Herbario	4
Otro	5

Número de Colección :

A.- **CUALIDADES ESPECIALES** (Según agricultor):

Rendimiento	1
Calidad culinaria	2
Almacenamiento	3
Tolerancia plagas	4
Tolerancia enfermedades	5
Precocidad	6

Defectos notorios (según agricultor) :

.....

.....

Cultivos de Asociación :

.....

.....

Comunidad de plantas (para silvestres) :.....

5.- SUELO :

Topografía :

plano	1	Montañoso	4
Ondulado	2	Inclinado	5
Colinas	3	Otro	6

Textura suelo :

Aranoso	1	Arcilloso	5
Fco. Arenoso	2	Pedregoso	6
Franco	3	Orgánico	7
Fco. Arcilloso	4	Otro	8

Drenaje %

Halo	1	Bueno
	3	
Moderado	2	Excesivo
	4	

6.- USO :

.....

.....

.....

.....

7.- NOTAS DESCRIPTIVAS

.....

.....

.....

.....

.....

.....



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES (1)
PROYECTO DE TESIS N°

RESPONSABLES %

CONDUCTOR (ES)

ASESOR (ES)

COLABORADOR(ES)

I TITULO

"CONSIDERACIONES ETNOBOTANICAS, ECOLÓGICAS, MORFOLÓGICAS Y ANÁLISIS/ BROMATOLOGICO DE LA SEMILLA DE *Erytrina edulis* L."

II JUSTIFICACIÓN (Importancia, problema o hipótesis»)

Erytrina edulis L., conocida en el léxico local como pajuro, es una leguminosa potencialmente explotable por sus semillas grandes, al igual que otras legumbres, en la alimentación humana.

Mejora el suelo en su contenido de materia orgánica por la gran cantidad de hojarasca que produce; su propagación rápida y extenso sistema radicular la hacen útil en la conservación de suelos.

La explotación eficiente sólo será posible al tener un conocimiento cabal de la especie (Valor bromatológico, factores limitantes, etc.).

III OBJETIVOS

(1) Para alumnos de la Universidad Nacional de Cajamarca.

- a) Resumir las características etnobotánicas y ecológicas de la especie en nuestro medio.
- b) Conocer el valor bromatológico de la semilla, mediante el análisis cuantitativo de sus principales componentes nutritivos.
- c) Seleccionar, dentro del material, aquellas colecciones que destaquen por su valor nutritivo, para posteriores trabajos de mejoramiento.

IV BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA AL TRABAJO

SOUKUP (1970) manifiesta que al pajuro se le conoce con diferentes nombres: Anteporoto, frijol de árbol, frijol de Inca, pashullo, pachullo, amasisa, poroto, pashigua, pisónay. Así mismo indica que el fruto se consume hervido o frito.

PULGAR (1981) se refiere a la planta y menciona que es un árbol que produce una vaina larga de cerca de 80 cm.; sus grandes semillas, después de cocidas, son de sabor agradable y muy ricas en harinas.

Se cultiva en la región quechua y podría asociarse a la apicultura por ser una de las melíferas más, visitadas por las abejas. A pesar de ser buen alimento sólo se cultiva en algunos lugares de Ancash, Cajamarca y Amazonas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Ubicación del Experimento; Lugar, Historia, y Características del Suelo y Características Ambientales: Las colecciones de Ery-trina edulis, L. serán llevadas a cabo en las principales localidades de Cajamarca como son: Cajamarca, Otuzco, Baños del Inca, Llacanora, Jesús, Pariamarca, Namora, San Marcos y San Juan. Y el análisis bromatológico se realizará en el laboratorio de Bromatología de la Universidad de Cajamarca.
- 2.- Material Experimental: Comprende las colecciones de semillas de

Erytrina edulis. recolectadas en los lugares indicados líneas arriba.

3. Otros materiales:

- Frascos para semillas.
- Bolsas de papel.
- Etiquetas
- Cartulinas.
- Papel periódico.
- Equipo de laboratorio para análisis.
- Reactivos para análisis.

4.- Factores, Niveles y Tratamientos en Estudio» El presente trabajo comprende el análisis bromatológico de las semillas de pajuro, en sus aspectos de materia seca, proteína, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos, calcio, fósforo y fierro; usando al método más adecuado para cada uno de ellos.

5.- Diseño Experimental y Avance del Cuadro de Análisis de Variancia (Cuadro ANVA) ..

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.
-----------------	--------------	--------------	--------------	------------

Dado el carácter del trabajo, no se utilizará diseño estadístico y los resultados se presentarán en cantidades absolutas, porcentajes, curvas, histogramas, etc. Solamente se realizarán algunas correlaciones como son: materia seca Vs. proteína; materia seca Vs. fibra; fibra Vs. cenizas: carbohidratos Vs. fibra.

Croquis Experimental en hoja adjunta.

6.- Instalación y Conducción del Experimento»

El análisis bromatológico de las semillas de pajuro se llevará a cabo en el laboratorio de Bromatología de la Universidad de Cajamarca.

7.- Evaluación a considerar:

Se considerarán análisis de materia seca, grasa, proteína, fibra, cenizas, carbohidratos, calcio, fósforo y fierro de las semillas

de pajuro.

VI CRONOGRAMA DE ACCION

- 1.- Inicio : Octubre 1,984.
Finalización: Enero 1,985.

VII RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Pasajes y gastos de alimentación	%	_____
Papel y otros materiales	S/.	_____
Reactivos	S/.	_____
Imprevistos	S/.	_____
TOTAL	S/.	=====

VIII FINANCIAMIENTO

Los gastos de recolección de las semillas de pajuro serían asumidos por el responsable del trabajo y los gastos que demande el análisis bromatológico serán cubiertos por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

IX BIBLIOGRAFÍA CITADA

- 1.- SOUKUP SDS, Jaroslav (1970) "Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana" 1°. Edición Editorial Salesiana , Lima, PERU, Págs. 381.
- 2.- PULGAR VIDAL, Javier (1981) "Geografía del Perú; Las Ocho Regiones Naturales del Perú 8va. edición, Editorial Universo Lima , PERU. Págs. 314.

Cajamarca de de 198.....

Financiamiento

Asesor

Conductor

Centro de Comput. y
Estad. Agrícola

Presidente de la Comisión de
Investigación de la Facultad
de Ciencias Agrícolas y Fo -
restales.

Asesor

ANEXO No.
3

OBSERVACIONES A REGISTRAR EN CAMPOS DE EVALUACION DE PAPA

Cód. D-2

Las observaciones a registrar en los campos de evaluación de germinoplasma son las siguientes:

a. PLANTAS

- a.1- Parte : Erecto, semierecto, postrado.
- a.2- Tallo : Redondo, con aletas poco profundas, con vistas vivas.
- a.3- Pigmentación de los entrenudos: Nula, débil, media fuerte y muy fuerte.
- a.4- Pigmentación de los nudos : Nula, débil, media fuerte y más fuerte.
- a.5- Forma de Aletas : Rectilíneas, rectilíneas y onduladas, onduladas.
- a.6- Altura : Baja, media, alta.

b. HOJAS

- b.1- Parte : Erguidos, horizontales, colgantes.
- b.2- Folios : Escasos, numerosos.
- b.3- Aspecto de la hoja : Abierta, media, cerrada.
- b.4- Coloración : Verde claro, verde franco, verde oscuro.
- b.5- Brillo : Mate brillante.
- b.6- Pigmentación de los peciolo : no pigmentados, pigmentados.
- b.7- Pigmentación de las nervaduras principales: No pigmentados, pigmentados.

c. FOLIÓLOS

- c.1- Forma del foliolo terminal : Oval-redondo, oval-alargado.
- c.2- Forma de los foliolo laterales : Oval-redondo, oval-alargado.
- c.3- Relación longitudinal andina : Valor de la relación.

d. CLASES

- d.1- Floración : Nula o muy escasa, media, abundante.
- d.2- Color de los sépalos de otros botones florales: verde, pigmentado, muy pigmentado.

- d.3- Color de los pétalos : corte de colores.
- d.4- Distribución del color en el pétalo, puntos blancos, totalmente coloreado.
- d.5- Período de inflorescencias.

e. > FRUTOS

- e.1- Fructificación: Nula o muy escasa, media abundante.
- e.2- Color: Verde, parcialmente pigmentado, pigmentado.

f. > ESTOLONES

- f.1- Longitud: Cortos, medios, largos.

g. > TUBERCULOS

- g.1- Forma: Esférica, oval, fuciforme, cilíndrica, erriñonada, digitada.
- g.2- Coloración de la piel: Amarillo pálido, amarillo intenso, rosado, rojo, violáceo.
- g.3- Coloración de la carne: Blanca, amarilla, pálida, amarillo intenso.
- g.4- Superficialidad de hojas o yemas: Más superficiales, ligeramente hundida, hundida, muy hundida.
- g.5- Coloración de las yemas: No coloreadas, coloreadas.
- g.6- Distribución de las yemas: Diseminadas, agrupadas.

h. > BROTOS

- h.1- Forma: Cilíndricos, esféricos, cónicos, periformes de torrel.
- h.2- Pigmentación: Verdosa, rojo violácea, azul violácea.
- h.3- Vellosoidad: Nula, muy débil, media, fuerte, muy fuerte.
- h.4- Ramificaciones laterales: Nulas, escasas, abundantes.
- h.5- Raicillas basales: Escasas, abundantes.

i. > CARACTERES FISIOLÓGICOS

- i.1- Período vegetativo: En días.
- i.2- Precocidad: En días.
- i.3- Fases de crecimiento: (Emergencia, floración, fructificación)
- i.4- Nº de tubérculo por planta.
- i.5- Rendimiento en Kg. por planta
- i.6- Otras evaluaciones que se crean convenientes.

j. > ALGUNAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

- j.1- Textura de la carne.
- j.2- Calidad culinaria.



(Este anexo es una reproducción de "Descriptores de Oca" del CIRF, que ha sido utilizado como guía referencial; por tanto se estima que a los usuarios del presente manual igualmente les servirá de documento de orientación).

El género Oxalis tiene unas 80 especies en los Andes. Algunas de ellas forman tubérculos pequeños, pero sólo O. tuberosa (O. crenata) se cultiva como alimenticia. La domesticación de la oca debe ser muy antigua, contemporánea o anterior a la domesticación de la papa. El gran número de clones conocidos y su amplia distribución geográfica, así como la falta de tipos silvestres, son indicaciones de la antigüedad de su cultivo. Se conoce con diversos nombres nativos como: "Oca" en Argentina. Bolivia, Chile, Ecuador y Perú "Apila" en Bolivia: "Ibia" en Colombia y "Cuida" en Venezuela.

La oca es, después de la papa, el tubérculo que más se cultiva en los Andes, y por su rendimiento y sabor agradable es uno de los elementos más apreciados en la alimentación andina. Su cultivo se extiende desde Venezuela hasta Argentina y Chile. Fue descrita originalmente de este último país en donde su cultivo es muy limitado. A Europa se ha introducido varias veces sin éxito. A México fue introducida durante la colonia y se planta en algunos distritos de las tierras altas.

La presente lista de descriptores ha sido preparada según los formatos normalizados del CIRF y con el asesoramiento de expertos internacionales. El CIRF considera que la información recogida en las cuatro primeras categorías: 1. Datos de entrada; 2. Datos de recolección; 3 y 4. Caracterización y evaluación preliminar, es la mínima información con que idealmente debe contar toda entrada. Los demás descriptores, que están incluidos en las categorías 5 y siguientes, tienen como función mostrar al investigador los códigos aconsejados por el CIRF para otras caracterizaciones y evaluaciones y servir de ejemplo para la confección de descriptores adicionales.

Aunque los códigos sugeridos no deben considerarse como un esquema rígido y definitivo, este formato cuenta con el completo apoyo del CIRF y será promovido a nivel mundial. La presente lista tiene, por tanto, carácter internacional y proporciona un "lenguaje" para datos sobre recursos fitogenéticos, que puede ser entendido universalmente. La adopción de este esquema proporciona un medio eficaz y rápido para el almacenamiento e intercambio de información y contribuyo a incrementar la utilización de los recursos fitooenSticos. Recomendamos encarecidamente que en la obtención de los datos se tengan en cuenta el orden, número, nombre y diversos estados de los descriptores, tal como se sugiere en este documento.

DESCRIPTORES DE OCA

El CIRF utiliza actualmente las siguientes definiciones en la documentación de los recursos genéticos:

- i Identificación o datos de "Pasaporte" (identificación de las muestras e información registrada por los colectores)
- ii Caracterización (consiste en registrarlas características de alta heredabilidad que puedan observar fácilmente de visu y capaces de expresarse en cualquier medio ambiente).
- iii Evaluación preliminar (consiste en registrar un número limita do de características adicionales, consideradas importantes por aquellos que van a utilizar el germoplasma).

La caracterización y evaluación preliminar estarán bajo la responsabilidad de los bancos de germoplasma, mientras que cualquier caracterización y/o evaluación más completa deberá ser realizada por los fitomejoradores.

La información procedente de estas evaluaciones más completas deberá ser puesta a disposición de los responsables del banco de germoplasma para que la incluyan en la documentación de las muestras.

Se deberán seguir las siguientes normas, internacionalmente aceptadas, para la codificación de los estados de los descriptores:

- a) Las medidas se toman en unidades matrices,
- b) A los descriptores de variación continua se les ha asignado una escala que varía de 1 a 9. Los autores de esta lista han utilizado a menudo una selección de los posibles estados de un descriptor, ej.: Códigos 3, 5 y 7 para el descriptor. Esto no quiere decir que no puedan registrarse otros estados más extremos o intermedios mediante el uso del código que les correspondiese, ej.: susceptibilidad de plagas y enfermedades; 1=susceptibilidad muy baja; 9=susceptibilidad muy alta.
- c) Presencia/ausencia de caracteres se codifica como + (presente) y 0 (ausente).
- d) En los descriptores que generalmente no son uniformes para toda la muestra (ej.t colección mezclada, o con segregación genética) se registra el promedio y desviación estandard si se trata de caracteres de variación continua. Si se trata de caracteres de variación discontinua, se registra el promedio, y una "x".
- e) Cuando el descriptor no es aplicable, se registra "0".
Ejemplo: Si una población no produce flores, se registra un "0" en el descriptor siguiente:
- Color de las Flores
- 1 Blanco
 2 Amarillo
 3 Rojo
 4 Púrpura
- f) Cuando la información no está disponible todavía, se deja en blanco.
- g) Se recomiendan gamas de colores normalizados, ej.: Royal Horticultura Society Colour Charts, Hethuen Handbook of Colour, Munsell
 Color Chart for Plant Tissues, para características de colores no graduados (se debe especificar la gama utilizada).
- h) El mínimo número de plantas a examinar para cada descriptor es de 10. Esto es especialmente importante en el caso de descriptores en que es preciso calcular medias.

Siempre que sea posible se registrará el mayor número posible de características en el momento de la recolección, en cuyo caso son las que corresponden a su propio habitat,

IDENTIFICACIÓN **(DATOS DE "PASAPORTE")**

I DATOS DE ENTRADA

1.1 NUMERO DE ENTRADA

Este número lo asigna cada instituto cuando una muestra pasa a formar parte de su colección de germoplasma y sirve para identificar la muestra. Este número, una vez asignado, no puede volverse a asignar a otra muestra. Incluso cuando una muestra ya no existe, su número no se puede volver a emplear. Se deben poner letras antes del número para identificar el banco de germoplasma o según el sistema nacional (Ejemplos: Mc indica que una muestra procede del banco de germoplasma de Bari, Italia; P.I. precede al número que identifica una muestra dentro del sistema nacional utilizado en EE.UU).

1.2 NOMBRE DEL DONANTE

Nombre del instituto o individuo donante de la muestra.

1.3 NUMERO DEL DONANTE

Número o identificación que el donante había dado a la muestra.

1.4 OTROS NÚMEROS ASOCIADOS CON LA MUESTRA

Otros números o nombres que tenga esta muestra en otras colecciones y que puedan servir para su identificación, Ej.: Número de "Plant Introduction" (P.I) en el Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

No incluir en este apartado el Número del Colector (Ver apartado 2.1).

1.4.1 Otro número o nombre

1.4.2 Otro número o nombre

(Si es necesario se pueden añadir nuevos apartados como 1.4.3, etc.).

1.5. NOMBRE LATINO

1.2.1 Género

1.2.2 Especie

1.2.3 Subespecie

1.6 PEDRIGI / NOMBRE CULTIVAR

Nomenclatura y designaciones asignadas al material del fitomejorador.

1.7 FECHA DE ADQUISICION

El mes y año que entró a la colección, expresado numéricamente,

ej.: Junio = 06, 1981 = 81

1.7.1 Mes

1.7.2 Año

1.8 FECHA DE LA ULTIMA REGENERACION O MULTIPLICACION

El mes y año expresado numéricamente, ej.: Octubre = 10, 1978 = 78.

1.8.1 Mes

1.8.2 Año

1.9. TAMAÑO DE LA ENTRADA

Número aproximado de semillas o plantas de la entrada en la colección.

1.10 NUMERO DE VECES EN QUE EL MATERIAL HA SIDO REGENERADO O MULTIPLICADO DESDE LA COLECCION ORIGINAL

1.11 FORMA DE MANTENIMIENTO

- 1 Vegetativamente, en el campo.
- 2 Por semilla
- 3 Vegetativamente por cultivo de tejido

- 4 Combinaciones (Especifíquense bajo el epígrafe "NOTAS" en el descriptor 11)

2 DATOS DE RECOLECCION

2.1 NUMERO DEL COLECTOR

Número originalmente asignado por el colector a la muestra, normalmente compuesto del nombre o iniciales del colector (es) seguido por un número. Este detalle es esencial al identificar duplicados en diferentes colecciones, y siempre debe acompañar las sub-muestras donde quiera que se envíen.

2.2 INSTITUCION RECOLECTORA

Nombre de la institución (o persona) que recolecta la muestra original.

2.3 FECHA DE RECOLECCION RECOLECCION DE LA MUESTRA ORIGINAL

Expresada numéricamente, ej.: Marzo = 03, 1980 = 80.

2.3.1 Mes

2.3.2 Año

2.4 PAIS DONDE SE HA EFECTUADO LA RECOLECCION O PAIS DONDE SE PRODUJO EL CULTIVAR/VARIEDAD MEJORADO/A

Usar la abreviatura de tres letras asignadas por la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas. Estas abreviaturas han sido publicadas en el Noticiero de Recursos Genéticos Vegetales de FAO/CIRF, número 49.

2.5 PROVINCIA/ ESTADO/DEPARTAMENTO

Nombre de la sub-división administrativa en que se efectuó la recolección.

2.6 LUGAR DE RECOLECCIÓN

Número de kilómetros y dirección desde la ciudad o pueblo más cercano; o mapa con la referencia (Ej.: TIMBUKTU 7S significa 7

kilómetros al sur de Timbuktu)

2.7 LATITUD DEL SITIO DE RECOLECCIÓN

Grados y minutos, seguidos por una N (Norte) o una S (sur), ej.: 1003 S.

2.8 LONGITUD DEL SITIO DE RECOLECCION

Grados y minutos seguidos por una E (este) o una W (Oeste) , ej. : 7605W 1/

2.9 ALTITUD DEL SITIO DE RECOLECCION

Altitud sobre el nivel del mar, en metros del lugar donde se re cogió, la muestra original.

2.10 AREA DE RECOLECCION

- 1 Area no cultivada en condiciones naturales
- 2 Area cultivada
- 3 Almacén en la finca
- 4 Patio o huerto mixto tropical
- 5 Mercado rural
- 6 Mercado comercial
- 7 Instituto de investigación
- 8 Otras (especificuense bajo el epígrafe " NOTAS" en el descriptor 11)

2.11 STATUS DE LA MUESTRA

- 1 Silvestre
- 2 Mala hierba
3. Línea de mejora
- 4 Semi-cultivada
- 5 Cultivada
- 6 Otras (especificuense bajo el epígrafe "NOTAS" en el descriptor

2.12 NOMBRE LOCAL

Nombre asignado por el agricultor.

1/ "W" es la abreviatura normalizada del CIRF para Oeste, que es West en inglés.

2.1.3 NUMERO DE PLANTAS MUESTREADAS

Número aproximado de plantas utilizadas en el campo para obtener la muestra.

2.14 FOTOGRAFIA

¿Se tomó foto de la muestra o del sitio de recolección?

0 No

+ Si

2.15 TIPO DE MUESTRA

1 Vegetativa

2 Semilla

3 Ambos

2.16 HERBARIO

¿Se recolectaron especímenes de herbario?

0 No

+ Si

2.17 OTRAS NOTAS DEL RECOLECTOR

Información ecológica, prácticas culturales, estación de siembra, etc.

CARACTERIZACION Y EVALUACION PRELIMINAR

3.- LOCALIZACION

3.1 PAIS DONDE SE REALIZAN LA CARACTERIZACION Y EVALUACION PRELIMINAR

3.2 INSTITUTO Y DIRECCIÓN

3.3 PERSONA ENCARGADA DE LA CARACTERIZACION Y EVALUACIÓN PRELIMINAR

3.4 FECHA DE SIEMBRA

3.4.1 Día

3.4.2 Mes

3.4.3 Año

3.5 FECHA DE COSECHA

3.5.1 Día

3.5.2 Mías

3.5.3 Año

4. DATOS DE LA PLANTA

4.1 ORGANOS VEGETATIVOS

4.1.1 Porte de las plantas

- 1 Erectas
- 2 Semi-erectas
- 3 Decumbentes
- 4 Postradas

4.1.2 Aspecto de las matas

- 3 Esféricas
- 5 Semi-esféricas
- 7 Cilíndricas

4.1.3 Color de los tallos aéreos

- 0 Sin pigmentación definida
- 1 Rubí
- 2 Rojo
- 3 Rosado
- 4 Amarillo
- 5 Verde

4.1.4 Propensión a la fasciación

- 0 Nula (no tallos aéreos fasolados)
- 3 Mediana (hasta 25 % de tallos fasolados)
- 7 Alta (más de 25 % de tallos fasolados).

4.1.5 Longitud de los foliolos

Siguiendo nervadura central (Ver Figura 9)

- 3 Pequeños (12 mm a 17 mm)
- 5 Medianos (19 mm a 21 mm)
- 7 Grandes (23 mm a 26 mm)

4.1.6 Color del haz de las hojas

- 1 Verde claro
- 2 Verde oscuro
- 3 Verde grisáceo

4.1.7 Forma de los tubérculos (Ver Figura 10)

- 1 Claviformes cortos (hasta 7 cm. de longitud)
- 2 Claviformes largos (más de 7 cm. de longitud)
- 3 Cilíndricos
- 4 Elipsoidales u ovoidales
- 5 Fasciado

4.1.8 Color de los tubérculos

- 1 Blanco
- 2 Crema
- 3 Amarillo
- 4 Salmón
- 5 Anaranjado
- 6 Rosado
- 7 Rubí
- 8 Rojo
- 9 Granate
- 10 Violeta
- 11 Jaspeado a dos colores de los anteriores (especificarse bajo el epígrafe "NOTAS" en el descriptor 11)
- 12 Variegado a dos colores (especificarse bajo el epígrafe "NOTAS" en el descriptor 11).

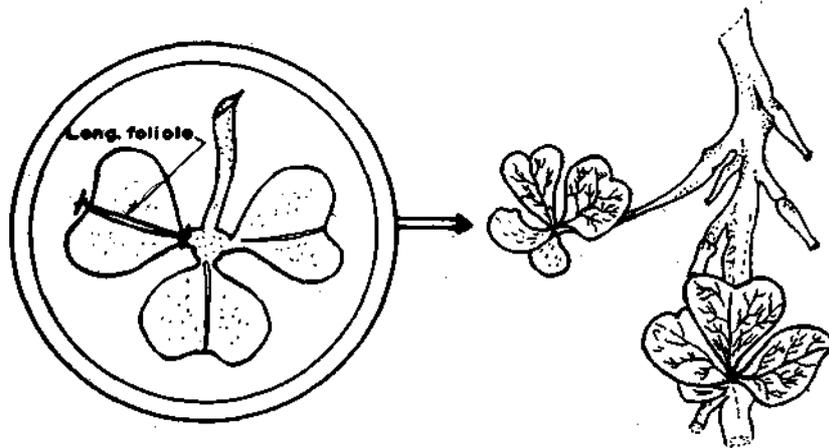


FIG. Nº 9 LONGITUD DE LOS FOLIOLOS

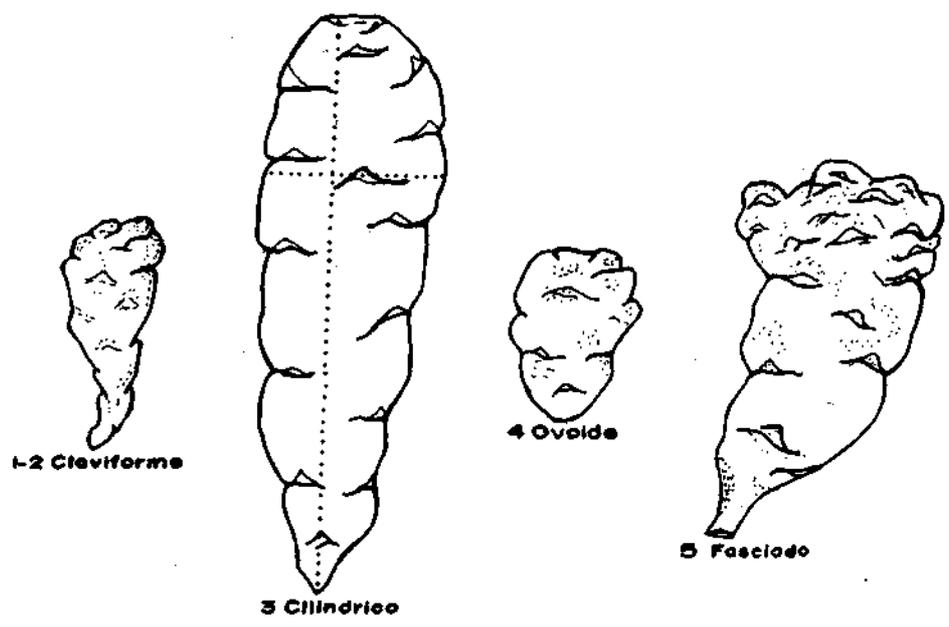


FIG. Nº 10 FORMA DE LOS TUBERCULOS

4.1.9 Pigmentación de los "ojos" de los tubérculos

- 0 Sin pigmentación (ojos más claros que el tubérculo)
- 1 Pigmentación uniforme (ojos del mismo color del tubérculo)
- 2 Ligeramente pigmentados (ojos con pigmentación ligeramente más oscura que el tubérculo)
- 3 Fuertemente pigmentados (ojos decididamente más oscuros que el tubérculo)

4.1.10 Color predominante de la pulpa de los tubérculos

- 1 Blanco
- 2 Crema
- 3 Amarillo claro
- 4 Amarillo oscuro
- 5 Rosado
- 6 Rojo
- 7 Violeta
- 8 Púrpura
- 9 Otro (especifíquese bajo el epígrafe "NOTAS" en el descriptor 11)

4.1.11 Coloración de los brotes

- 1 Verde claro
- 2 Verde oscuro
- 3 Rosado
- 4 Rojo
- 5 Violeta
- 6 Púrpura
- 7 Otros (especifíquese bajo el epígrafe "NOTAS" en el descriptor 11)

4.1.12 Presencia de tubérculos aéreos

- 0 Ausentes +
Presentes

4.2 INFLORESCENCIA Y FRUTO

4.2.1 Heterostilia de las flores (Ver Figura 11)

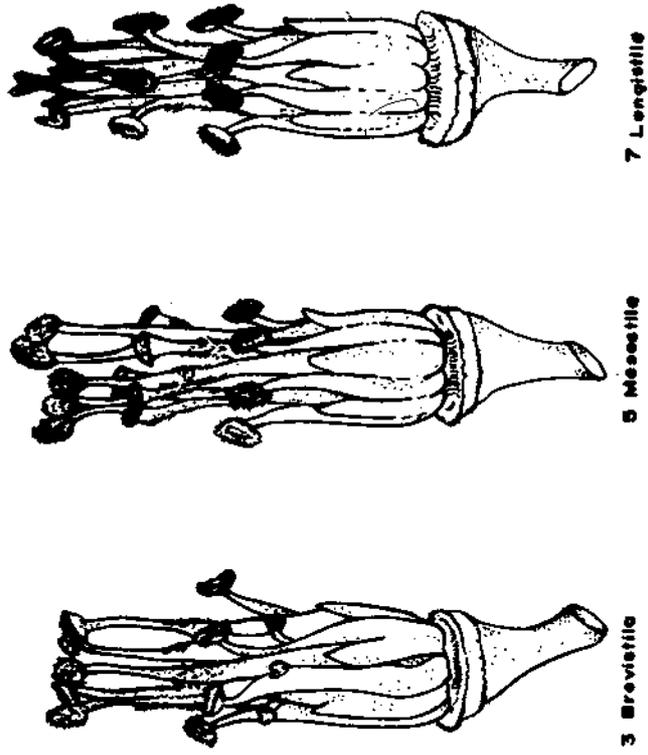


FIG. N.º II HETEROSTILIA DE LAS FLORES

3 Brevistila
5 Medióstila 7
Longistila

CARACTERIZACIONES Y AVALUACIONES POSTERIORES

5. LOCALIZACION

- 5.1 PAIS DONDE SE REALIZAN LAS CARACTERIZACIONES V EVALUACIONES POSTERIORES
- 5.2 INSTITUTO Y DIRECCION
- 5.3 PERSONA ENCARGADA DE LAS CARACTERIZACIONES Y EVALUACIONES POSTERIORES

5.4 FECHA DE SIEMBRA

- 5.4.1 Día
- 5.4.2 Mes
- 5.4.3 Año

5.5. FECHA DE COSECHA

- 5.5.1 Día
- 5.5.2 Mes
- 5.5.3 Alto

6. DATOS DE LA PLANTA

6.1 ORGANOS VEGETATIVOS

- 6.1.1 Vigor de las plantas 3
Endebles

- 5 Medias
- 7 Robustas
- 6.1.2 Conformación de las plantas
 - 3 Compactas
 - 5 Medias 7
 - Laxas
- 6.1.3 Altura media aproximada de las plantas En centímetros
- 6.1.4 Pubescencia de los tallos aéreos
 - 0 Glabra
 - 3 Escasa
 - 5 Media
 - 7 Exuberante
- 6.1.5 Diámetro medio aproximado de los tallos aéreos En milímetros
- 6.1.6 Número medio aproximado de "tallos por planta
- 6.1.7 Color envés de las hojas
 - 1 Verde claro
 - 2 Verde oscuro
 - 3 Verde con jaspas púrpura
 - 4 Amarillo
 - 5 Púrpura
 - 6 Magenta
- 6.1.8 Pubescencia del haz de las hojas
 - 0 Glabra
 - 3 Escasa
 - 5 Media
 - 7 Exuberante
- 6.1.9 Pubescencia del envés de las hojas
 - 0 Glabra
 - 3 Escasa

- 5 Media
- 7 Exuberante
- 6.1.10 Número medio aproximado de estolones por planta
- 6.1.11 Longitud media aproximada de los estolones
En centímetros
- 6.1.12 Longitud media aproximada de los tubérculos
En centímetros
- 6.1.13 Diámetro medio aproximado de los tubérculos
En centímetros
- 6.1.14 Número medio aproximado de "ojos" por tubérculo
- 6.1.15 Distribución de los "ojos" en los tubérculos
 - 1 Predominante apical
 - 2 Uniforme
 - 3 Predominante basal.
- 6.1.16 Pigmentación de la capa cortical de los tubérculos
 - 0 Sin pigmentación
 - 3 Ligeramente pigmentados
 - 7 Fuertemente pigmentados
- 6.1.17 Pigmentación del anillo vascular de los tubérculos
 - 0 Sin pigmentación
 - 3 Ligeramente pigmentados
 - 7 Fuertemente pigmentados
- 6.1.18 Pigmentación médula de tubérculos
 - 0 Sin pigmentación
 - 3 Ligeramente pigmentados
 - 7 Fuertemente pigmentados
- 6.1.19 Número medio aproximado de tubérculos por planta
- 6.1.20 Peso medio aproximado de tubérculos por planta
En kilogramos

6.1.21 Pubescencia de los brotes

- 0 Glabra
- 3 Escasa
- 3 Escasa
- 5 Media
- 7 Abundante

6.1.22 Posición de los brotes

- 1 Predominance apical
- 2 Predominante medial
- 3 Predominante basal
- 4 Distribución uniforme

6.1.23 Forma de los brotes

Al inicio de la brotación

- 1 Cónica
- 2 Globosa
- 3 Cilíndrica

6.1.24 Días de período de dormancia de los tubérculos

Contabilizados desde la fecha de la cosecha de campo hasta la aparición de los brotes en un 50 % del material vivo almacenado en bolsas de papel, registrado cuando los brotes tengan por lo menos 0.5 cm. Registrar también las condiciones de almacenaje (Humedad, temperatura, luz, etc.).

6.1.25 Días necesarios para el brotamiento de las plantas en campo

Registrados desde el día de la siembra hasta la aparición de plantas en una proporción de por lo menos 50 % del total de tubérculos plantados, de una misma entrada.

6.1.26 Duración del ciclo vegetativo

Número medio de días hasta la cosecha, tomados desde la fecha de la siembra.

6.1.27 Porcentaje medio aproximado de tubérculos fasciados

(Ver Figura 2)

6.1.28 Contenido de materia seca en los tubérculos

En % del peso fresco. Media aproximada

6.1.29 Contenido de almidón en los tubérculos

En % del peso fresco, Media aproximada

6.1.30 Rendimiento harinero de los tubérculos

En % del peso fresco. Media aproximada

6.1.31 Densidad de los tubérculos

En la cosecha. Media aproximada en mgr/cm³.

6.2 INFLORESCENCIA Y FRUTO

6.2.1 Color de la corola de las flores

- 1 Amarillo oro
- 2 Amarillo maíz

6.2.2 Número medio aproximado de flores por inflorescencia

6.2.3 Número medio aproximado de inflorescencia por planta

- 3 Escaso (hasta 30)
- 5 Medio (de 50 a 80)
- 7 Abundante (más de 100)

6.2.4 Fructificación

- 0 Sin fructificación
- 3 Mala
- 5 Regular
- 7 Buena

6.2.5 Días necesarios para la floración

Computados a partir de la fecha de la siembra hasta cuando por lo menos el 50 % de las plantas de una entrada muestren floración.

6.2.6 Relación floración /tuberización

- 1 Tuberización inicia antes de la floración
- 2 Tuberización inicia al mismo tiempo
- 3 Tuberización inicia después de la floración

6.2.7 Variabilidad del polen

- 0 Nula
- 3 Bajá
- 5 Media
- 7 Alta

7. SUSCEPTIBILIDAD A LAS TENSIONES AMBIENTALES

Codificado en escala de 1-9, donde :

- 3 Baja susceptibilidad (alta resistencia)
- 5 Intermedia
- 7 Alta susceptibilidad (baja resistencia)

7.1 TEMPERATURAS BAJAS

7.2 TEMPERATURAS ALTAS

7.3 SEQUÍA

7.4 ALTO NIVEL DE SATURACION DE AGUA EN EL SUELO

7.5 PH BAJO

7.6 SALINIDAD DEL SUELO

8. SUSCEPTIBILIDAD A PLAGAS Y ENFERMEDADES

Codificado en escala de 1-9, donde :

- 3 Baja susceptibilidad (alta resistencia)
- 5 Intermedia
- 7 Alta susceptibilidad (baja resistencia)

8.1 PLAGAS

- 8.1.1 Systema duolineata de Fern. Gusano de la oca. Reacción del follaje.

8.1.2 Systems duolinaata de Fern. Gusano de la oca.
Reac-ción del tubérculo.

8.1.3 Woctuidae

8.1.4 Otras (especifíquense bajo el epígrafe "NOTAS"
en el descriptor 11).

8.2 HONGOS

8.2.1 Puccinis oxalidis (lew.) Diet. & Ell. Roya

8.2.2 Urocy3tl8 oxalidis Tizón o carbón.

8.2.3 Hongos de almacén (pudrición de tubérculo)

8.2.4 Otros (especifíquense abjo el epígrafe "NOTAS"
en l descriptor 11)

8.3. BACTERIAS

8.3.1 Otras (especifíquense bajo el epígrafe
"NOTAS" en el descriptor 11)

8.4. VIRUS y MiCOPLASMA.

8.4.1 Otros (especifíquense bajo el epígrafe
"NOTAS" en el descriptor 11)

9. COMPOSICION DE ALDENZIMAS Y ZINOIPO

Puede resultar de un descriptor con gran poder
discriminador en la caracterización de la Oca.

10 CARACTERES CITOLOGICO Y GENERALES IDENTIFICADOS

10.1 CARACTERES CITOLOGICOS

10.2 GENES IDENTIFICADOS

10.3 FORMACIóN DE QUIMERAS EN LOS TUBERCULOS

Mutaciones, somáticas»

0 No

3 Pocas (menos de 1×10^{-3})

5 Medio (entre 1 y 4×10^{-3})

7 Muchas (más de 4×10^{-3}).

II. NOTAS

Proporcionar información adicional en los descriptores registrados bajo el estado "Otros" como por ejemplo 2.10, 4.1.8, etc.

Incluir también aquí otras informaciones de interés.



75

GERMOPLASMA CON EL QUE SE TRABAJA EN CAJAMARCA

Cód. D-2

Cuadro No. 7

ESPECIE	Nº. DE ENTRADAS	RESPONSABLES
Arracacha	50	Ing. Plasencia (1)
Ajo	28	Ing. Arias M. (1)
Oca	70	Ing. Seminario (1)
Olluco	45	Ing. Orrillo Ing. Seminario (1)
Girasol	66	Ing. Franco (2) Ing. Díaz U. (1)
Coyo o Kiwicha	15	Ing. Franco P. (2) Ing. Alva L. (1)
Chocho o tarwi	80 25	Ing. Franco P. (2) Ing. Vega R. (3) E O A C.

- (1) : UNC Universidad Nacional de Cajamarca.
- (2) : CIPA Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria.
- (3) : E.O.A.C.....



LA UNIVERSIDAD DE CAJA - MARCA Y LA INVESTIGACION EN CULTIVOS ANDINOS

Cód. D-2

En la U.N.C., se han realizado el siguiente número de estudios de los cultivos Alto Andinos.

Cuadro No. 8

CULTIVOS Y NUMERO DE ESTUDIOS REALIZADOS (I)			
ESPECIE	ENSAYO O ESTUDIO	No.	TOTAL
Arrecacha	Bromatología	1	4
	Evaluación Germoplasma	2	
	Fisiología (con sem)	1	
Ajo	Evaluación Germoplasma	3	3
Arveja	Evaluación Germoplasma	1	2
	Fertilización	1	
Coyo	Evaluación Germoplasma	1	1
Chocho	Bromatología	1	5
	Análisis de rendimiento.	1	
	Evaluación Germoplasma	1	
	Fisiología (Rhyzobium)	1	
	Usos	1	
Girasol	Evaluación Germoplasma	1	1
Llacón	Evaluación Germoplasma	1	1
Oca	Evaluación Germoplasma	1	2
	Bromatología	1	
Haba	Evaluación Germoplasma	2	5
	Fisiología (Rhyzobium)	2	
	Fertilización	1	

ESPECIE	ENSAYO O ESTUDIO	Nº.	TOTAL
Frutales	Evaluación Germoplasma	1	14
	Maduración y Conservación	3	
	Transporte (daños)	1	
	Fisiología	8	
	Diagnóstico	1	
Maíz	Evaluación Germoplasma	5	33
	Fertilización	15	
	Entomología	4	
	Otros	9	
Papa	Fertilización	12	26
	Fitopatología	4	
	Densidad de siembra	2	
	Entomología	1	
	Evaluación Germoplasma	1	
	Otros	6	
Olluco	Morfología	1	5
	Plagas y enfermedades	1	
	Contaje cromosómico	1	
	Evaluación de Germoplasma	1	
	Clasificación	1	

(1) - Constituyen trabajos aislados, pero con resultados concretos.

- Falta incidir aún más en zonas de ladera.

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS CULTIVOS ANDINOS

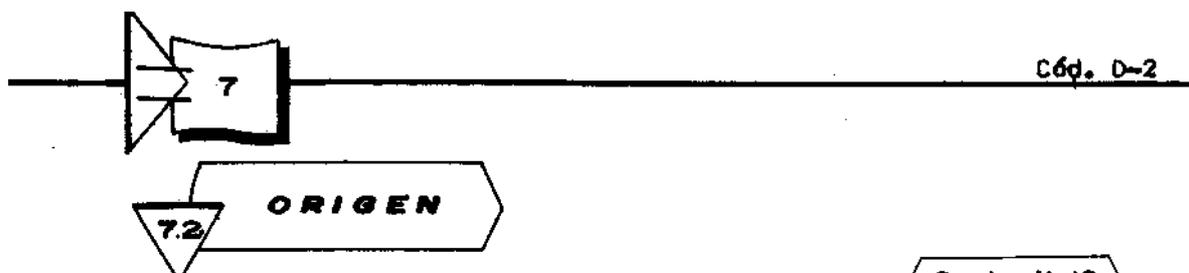
ANEXO No. 7

CLASIFICACION TAXONOMICA

Cuadro No. 9

CULTIVO	DIVISION	CLASE	SUB-CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	SUB-GENERO	ESPECIE
PAPA			Simpletala	Tubiflorales	Solanaceas	Solanum	Leptostematum	Tuberosum
OLLUCO		Angiospermas	Dicotiledoneas	Centropermales	Basilaceas	Ullucus		Tuberosus
OCA	Angiospermas		Dicotiledoneas	Gerantiales	Ocalidaceas	Oxalis		Tuberosa y crenata
MASHUA	Angiospermas	Dicotiledonea		Gerantiales	Tropaeolacea	Tropaeolum		Tuberosum
CHOCHO	Angiospermas	Dicotiledonea		Rosales	Leguminosaeas	Lupinus		Mutabilis sweet, Albus L.
QUINUA					Chenopodiaceas	Chenopodium		Quinoa
KIWICHA	Angiospermas	Monocotiledonea			Amaranthaceas	Amaranthus		Hipocandriacus, Coudatus y Edulis
CAÑIHUA					Chenopodiaceas	Chenopodium		Pallidicaule
ARRACACHA						Arracacia		Xanthorrhiza
ACHIRA					Cannaceas	Canna		Edulis indica
LLACON					Polymniaceas	Polymnia		Sonchifolia
MUÑA (*)								
AMAUCA (*)								

(*) Son especies no estudiadas, conocidas en muchas zonas; por su valor medicinal y su empleo en la conservacion de los alimentos.



Cód. D-2

Cuadro No. 10

ESPECIE	ORIGEN
PAPA	Perú, Norte de Chile y Paraguay.
OLLUCO	Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia.
OCA	Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia.
MASHUA	Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia.
CHOCHO	Valles interandinos desde Colombia hasta el Sur de Bolivia.
QUINUA	Perú (Towle. 1961), Tarapacá y Calama Chile (Bollaert. 1960).
CAÑIHUA	Perú y Bolivia.
KIWICHA O COYO	Norte de América, Guatemala, Ecuador hasta Bolivia.
ARRACACHA	Andes Septentrionales de Sud-América.
ACHIRA	Sin área de origen, <i>Canna edulis</i> se encuentra en América Tropical.
LLACON MUÑA Y AMAUCA	Colombia, Venezuela hasta Norte Argentino. Pese a que no tienen ubicación taxonómica; nos atrevemos a indicar que son especies <u>ne</u> tamente peruanas, se encuentran en los siguientes lugares de los Andes de Perú: Huancayo, Pasco, Ayacucho, Apurímac, Huanca <u>velica</u> , etc.

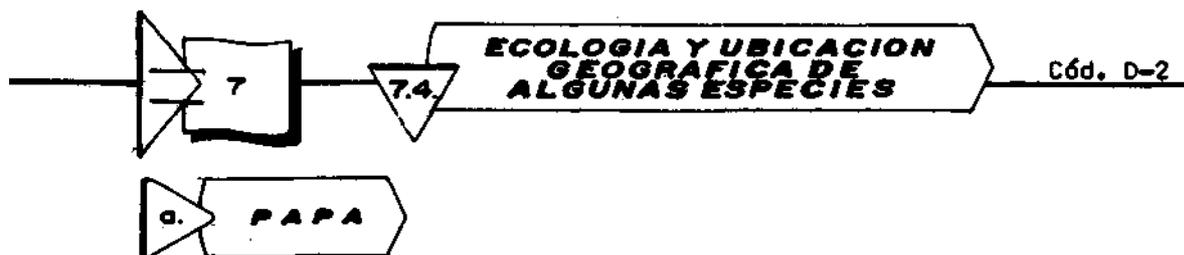


El número de cromosomas de algunas de estas especies, es el siguiente :

ESPECIE	CROMOSOMAS
PAPA	2N = 24 hasta 72 cromosomas
OLLUCO	2N = 24 y 36 cromosomas
OCA	2N = 63 y 70 cromosomas
MASHUA	2N = 42 y otras especies tienen 2N = 24 y 28 cromosomas

Cuadro No. 11

De las demás especies aún no se tiene información.



a.1. Piso ecológico

Uno de los más extensos ecosistemas en donde se encuentra es la puna, que comprende provincias alto andinas de la región Suni , comprendida entre los 3,500 a 4,000 m.s.n.m.

a.2. Distribución geográfica

Se encuentra distribuida desde el nivel del mar hasta los 3,500m. de altitud con muy buen rendimiento, y con una diversidad de variedades. Se adapta a diferentes condiciones,

a.3. Clima

Desarrolla bien en todos los climas, dependiendo de especie y variedad; en alturas extremas disminuyen los rendimientos.

a.4. pH

La papa requiere pH de 5.5 a 6.5 en cuyo rango, produce en condiciones óptimas,

a.5. Suelo

El cultivo se adecúa a suelos con riego y en seco. Exige suelos con buena aireación, buena fertilidad, bien mullido y con buena disponibilidad de materia orgánica.

A.6. FERTILIZACIÓN

Los requerimientos nutritivos dependen de la especie, condiciones de suelo, clima, etc.

Para nuestra zona se utilizan dosis intermedias de 120 - 80 - 80 (N.P.K = Nitrógeno, fósforo, potasio) el **SESA** recomienda el abonamiento orgánico a base de compost y estiércoles, lo que está al alcance del agricultor.

a.7. Control de Plagas y Enfermedades

La papa es atacada por varias plagas y enfermedades de importancia económica, por lo que se requiere de un control integral, debiendo tener mucha precaución en el empleo de productos químicos

b. OLLUCO

El olluco se encuentra desde los 2,800 a los 3,500 m.s.n.m. En otras zonas (Ecuador a 2,500) se encuentra en altitudes más bajas.

En la provincia de Cajamarca, lo encontramos en los siguientes lugares: Combe Mayo, Chamis, Chetilla, Porcón, Huacatáz, Combayo, Tual, Negritos, Encañada, Chotán, Gavilán, Etc.

En el Departamento está distribuido en los siguientes lugares:

- | | |
|--------------|--------------|
| Lajas | (Chota) |
| - Cortegana | (Celendín) |
| Huasmín | (Celendín) |
| - Sorochuco | (Celendín) |
| Celendín | |
| - Sucre | (Celendín) |
| Oxapampa | (Celendín) |
| - San Marcos | (Cajamarca) |
| - Llacanora | (Cajamarca) |
| Niepos | (San Miguel) |
| Contumazá | |
| - Cospán | (Cajamarca) |
| - Sayapullo | (Cajamarca) |
| - Calquis | (Cajamarca) |
| - Hualgayoc | (Cajamarca) |
| - Numbral | (Chota) |

Y muchos lugares más.

c. OCA Y MASHUA

Abarca los mismos pisos ecológicos y ubicación geográfica que el olluco, encontrándose hasta los 4,000 m.s.n.m. especialmente la ma-shua.

d. CHOCHO

Está distribuido en toda la zona andina del Perú y en nuestra área se encuentra en Paríamarca, Cumbe Mayo, Chotén, Huayllapampa, Chamis, Porcón, Encañada, Otuzco, etc. sobre los 3,000 m.

e. QUINUA, KIWICHA Y CAÑIHUA

Se cultiva en zonas frías, donde se produce el maíz y en altitudes sobre los 3,000 m.s.n.m. Geográficamente está distribuida en todos los andes de América Latina y predominantemente en el Perú. Bolivia, Ecuador, Colombia, Venezuela y Chile. En Cajamarca generalmente se encuentra como cultivo de contorno de faja, en los campos de cultivos altoandinos, como la papa, el olluco, oca y mashua.

f. ARRACACHA

Es un cultivo que se encuentra en pisos ecológicos más bajos, por debajo de los 2,500 m.s.n.m.; a mayores altitudes disminuye su rendimiento.

Se cultiva en valles y quebradas de clima templado.

En América Latina los países que cultivan en mayor cantidad son Colombia con 25,000 Há (1928). Perú con 2,700 Há (1970), Venezuela en 8,000 Há y Ecuador con 400 Há.

En el Perú se encuentra en todos los departamentos andinos y en Cajamarca

se localiza en San Marcos, Celendín, Bambamarca, Chota, Tacabamba, Cutervo, San Miguel, etc.

g. ACHIRA

Se adapta bien a partir de los 2,500 m.s.n.m., llegando a los 3,000.

En nuestra zona se cultiva como planta ornamental, sirviendo sus hojas para envoltura de "tamales".

Herrera afirma que se cultiva en las quebradas de Apurímac, utilizando sus cornos.

h. LLACON

Se cultiva en las faldas templadas de los andes y alturas medias de 2,000 m.s.n.m., encontrándolo también hasta los 2,800m. En Cajamarca se cultiva en San Marcos, San Juan, San Pablo, Paríamarca, Encañada, Bambamarca, Desús, etc.

i. MUÑA Y AMAUCA

No se tiene referencias definidas, el 5ESA tiene interés en su conocimiento.



Cuadro No. 12

CULTIVO	NUTRIENTE	Cantidad Promedio	NUTRIENTE	Cantidad Promedio
PAPA	Agua	74.00gr.	Fósforo	55.00mgr.
	Proteínas	2.1 gr.	Hierro	6.00mgr.
	Grasa	0.3 gr.	Selenina	8.5 mgr.
	Carbohidratos	22.4 gr.	Tiamina	0.06mgr.
	Fibra	0.9 gr.	Riboflavina	0.89mgr.
	Ceniza	1.1 gr.	Niacina	1.89mgr.
	Calcio	6.0 mgr	Acido Ascórbico	20.50mgr.
OLLUCO	Materia Seca	16.3 %	Carbohidratos	14.3 %
	Proteína	1.0 %	Fibra	0.8 %
	Grasa	0.1 %	Ceniza	0.8 %
OCA	Materia Seca	25.9 %	Carbohidratos	13.3 %
	Proteínas	1.0 %	Cenizas	1.0 %
	Grasa	0.6 %		
QUINUA	Proteínas	14.0 %	Hidratos de Carbono	53.00 %
	Grasas	4.25 %	Minerales	4.6 %
CAÑIHUA	Proteínas	15.00 %	Hidratos de Carbono	51.3 %
	Grasas	6.00 %	Minerales	3.1 %
CHOCHO	Materia Seca	38.51 %	Proteínas	40.2 %
	Grasas	18.8 %	Carbohidratos	30.2 %
	Hidratos de Carbono	17.0 %	Calcio	00.018%
	Acetate	20.01 %	Hierro	0.12 %
	Lípidos	12.9 %	Fósforo	0.56 %
	Humedad	3.4 %	Carotenos	10 ppm.
	Cenizas	2.05 %	Serina	6.00 %
	Fibra	-	Leucina	9.10 %
KIWICHA	Proteínas	16.00 %	Hidratos de Carbono	70.00 %
	Grasas	6.25 %		



Cuadro No. 13

CULTIVO	PERIODO VEGETATIVO	RENDIMIENTO PROMEDIO EN CAJAMARCA
PAPA	3 - 6 meses	8 - 10 TM/HÁ
OLLUCO	6 - 7 meses	5 - 7 "
OCA	7 - 8 meses	5 - 7 "
MASHUA	7 - 9 meses	5 - 7 "
ARRACACHA	8 - 10 meses	10 - 12 "
ACHIRA	Perenne	Sólo se utiliza la hoja
LLACON	Perenne	9 - 11 TM./HÁ.
CHOCHO	10 - 12 meses	3 - 4 "
QUINUA	7 - 8 meses	400 - 3500 "
KIWICHA	7 - 8 meses	300 - 500 " (200 Kg/Há)
CAÑIHUA	7 - 8 meses	300 - 500 "
MUÑA Y AMAUCA	Especies en procesos de Investigación en la zona.	



1. "A la media" o "Al partir"

Son sistemas de trabajo agrícola tradicionales, por los cuales el campesino o agricultor aporta mano de obra y terreno y otra persona o institución aporta la semilla, insumos; distribuyéndose la cosecha en partes iguales.

2. Attillo o terrado

Parte alta de la casa, debajo del techo de maguey, carrizo o madera de la zona, tapado con barro, se utiliza como depósito o almacén para productos, herramientas.

3. Aperos Implementos para arar.

4. Arrancar (Acción de). Cuando se extrae una planta.

5. Ashala

Se denomina a la primera labor cultural, que se realiza en cultivos de tubérculos, maíz, etc., y que consiste en un deshiero, con re-moción de tierra.

6 Características genéticas

Son aquellas constituidas por los caracteres genéticos que son heredados de generación en generación.

7. Características fenotípicas, morfológicas

Apariencia externa de los caracteres que percibimos en un individuo dentro del medio en que se desarrolla.

El fenotipo de un carácter es la resultante de la más o menos compleja interacción entre las condiciones del medio y del genotipo.

8 Clones

Son las muestras diferentes de gemoplasmas de tubérculos recolectados de varios lugares.

9) Outipa

Se denomina al aporque; especialmente en el cultivo de maíz.

Ecotipos

0 cultivar, son las especies específicas de los medios ecológicos.

11. Era

Lugar apropiado donde se realiza el apilado o amontonamiento y trilla de cebada, trigo, etc., para separar el grano del tallo.

12. Especie

Se denomina a un individuo perfectamente diferenciable, que tiene caracteres morfológicos y genéticos definidos y estables. Dentro de la taxonomía forma parte de los géneros y tiene variada-des o sub especies.

13. Ficha descriptiva

Anotaciones de control que lleva el técnico, sobre las observaciones o labores en las entregas experimentales.

14. Gañan

Persona que conduce los caballos o conduce una yunta.

15 Germoplasma

Se denomina germoplasma al material genético proveniente de yemas de tubérculos que tienen características genéticas definidas y estables.

16. Guayunga

Mazorca de maíz con envoltura (o panca) destinada a semilla o para consumo futuro.

17. Insitu

Significa en el mismo lugar.

18 Manojo

Varias plantas de trigo, cebada, segadas y que caben en la mano del agricultor.

19 Melgas

Son las áreas de una parcela en las que lo divide el agricultor para realizar sus cultivos.

20 Mingas

Se denomina así a una forme de cooperación de trabajo que realizan los campesinos en las labores agrícolas y comunales a cambio

de lo cual se retribuye con alimentación.

21 Terrones o champas

Se denominan a los agregados grandes de terreno, que se levantan con la aradura.

22 Horqueta

Es una herramienta de madera, conformada de palos sólidos, leñosos, que tiene un mango y al final termina bifurcado en 2 ó 3 "dedos", que sirve para levantar la paja y grano.

23 Parcela

Se llama así a la superficie de terreno de propiedad o conducción del agricultor.

24 Parva

Son los manojos que va segando el agricultor y los amontona en grupos.

25 Pisotear

Pisar el grano para partir la vaina o envoltura y dejar libre la semilla

26 Pila o amontonamiento

Es la forma en que se dispone la cebada, trigo, etc., en la era, sea en forma rectangular o redonda, para la trilla.

27 Racuana

Herramienta muy tradicional de menor anchura que la lámpara (1/4 parte) y las demás características semejantes a ella.

28 Tirapa

Se denomina a la forma como se eliminan las malezas del cultivo, de cebada, trigo, avena, chocho, centeno, etc. (deshierbo manual).

29 Trilla

Es la labor de cosecha o forma cómo se obtiene el grano de cebada, trigo, avena, etc., utilizando caballos amarrados, horquetas, saca de paja, venteado, envasado.

30 Venteado

Es la operación que consiste en elevar al aire el grano con la paja, para limpiarlo por acción del viento; para ello se utiliza la pala.

31 Yunta aperada

Es la conformada por dos vacunos machos aperos y gañán. 32 Yunta sola

Conformada solamente por los 2 vacunos.


AJO

1. Chávez, G. (1984). "Estudio Morfofisiológico de 28 Cultivares de Ajos (Allium sativum) en la Campiña de Cajamarca". Tesis U.N.C. 89 P.
2. Dávila, A. (1981). "Comparativo de Ocho Variedades de Ajos en el Valle de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 60P.
3. Malpica, M. (1975). "Comparativo de Cuatro Cultivares de Ajos (Allium sativum), en la Campiña de Cajamarca" En: Chávez Estudio Morfofisiológico de 28 Cultivares de Ajos (Allium sativum) en la Campiña de Cajamarca". Tesis. 89 P.


ARVEJA

1. Capristán, G. (1972). "Factoría de Abonamiento 3N x 3P x 2K en el Cultivo de Arveja (Pisum sativum); en la Campiña de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 95 P.
2. Roncal, S. (197). "Evaluación de las Características Agronómicas de 17 Cultivares Nativos de Arveja (Pisum sativum), para Consumo en Seco en el Valle de Cajamarca". Tesis. U.N.C.


ARRACACHA

1. Rebanal, J. (1970). "Análisis Químico de 19 Clones de Arracacha (Arracacia xanthorrhiza)". Tesis. U.N.C. 53 P.
2. Ramírez, J. (1981). "Conservación de Semillas Vegetativas de Arracacha, en Diferentes Ambientes y Periodos de Conservación en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 65 P.
3. Ríos, M. (1983). "Evaluación de las Características Fenotípicas y Agronómicas de 37 Clones del Germoplasma de Arracacia xanthorrhiza, en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 62 P.
4. Sánchez, T. Plasencia, G. (1972). "comparativo de 10 Clones de Arracacha en Cajamarca". En: Revista de la Universidad Nacional de Cajamarca. Nº 2.106 P.


COYO O KIWICHA

1. Ascoy, A. (1984). "Evaluación de las Características Agronómicas de 15 Ecotipos de Amaranthus caudatus en la Campiña de Cajamarca" Tesis. U.N.C. 82 P.


CHOCHO O TARWI

1. Cadenillas, A. (1979). "Ritmo de Modulación de dos Ecotipos de Lupinus mutabilis, y Dos Variedades de Lupinus albus, en Cajamarca". Tesis. U.N.C.
2. Gallardo, M. (1983). "Comparativo de Rendimiento de 8 Líneas de Lupino (Lupinus mutabilis), en la Ladera de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 75 P.
3. León, R. (1983). "Análisis Bromatológico de 40 Ecotipos de Lupino Amargo (Lupinus mutabilis)". Tesis. U.N.C. 75 P.
4. Mantilla, J. (1983). "Estudio del Tiempo de Cocción de los Granos y la Concentración del Caldo de Chocho (Lupinus mutabilis) con fines de uso en el control de Plagas de Papa". Tesis. U.N.C. 81 P.
5. Roncal, M. (1979). "Comparativo de Seis Densidades de Siembra en el Cultivo de Chocho Dulce (Lupinus albus), Var. Astra, en Cumbe Mayo-Cajamarca" Tesis. U.N.C. ,78 P.

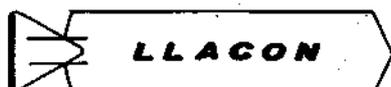

GIRASOL

1. Villanueva, V. (1983). "Comparativo de 9 Variedades de Girasol (Helianthus annus) en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 67 P,


HABA

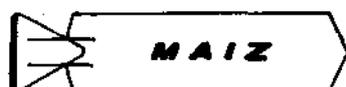
1. Alcalde, B. (1979). "Prueba de Efectividad de 16 Capas de Rhyzobium en el Cultivo de Haba (Vicia faba)". Tesis. U.N.C. 77 P.
2. Apaéstegui, W. (1971). "Factorial 3P X 2K con 80 Kg. de N. por Hectárea en el Cultivo de Haba (Vicia faba), Var. Pacas Huancavelica". Tesis.U.N.C. 66 P.

3. Cerranza, M. (1984). "Comparativo de Seis Cultivares de Haba (Vicia faba), en dos Zonas Ecológicas de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 72 P.
4. Cotrina, R. (1980). "Estudio de las Características Agronómicas de 20 Líneas de Haba (Vicia faba) para Consumo en Seco en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 122 P.
5. Oblitas, E. (1980). "Edad Óptima de Dos Líneas de Haba (Vicia faba) para extracción de Nódulos". Tesis. U.N.C. 97 P.



LLACON

1. León, H. (1983). "Caracteres Agronómicos de 5 Cultivares de Llacón (Polymnia sonchifolia) Bajo las Condiciones de la Campaña de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 82 P.
2. Seminario, J. (1983). "El Llacón, Serie de Artículos para el Programa Radial Kaleidoscopio". Cajamarca. 4 P.



MAIZ

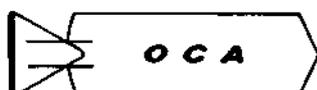
1. Angulo, D. (1980). "Efecto de la Inoculación de Azotobacter spp. en Tres Variedades y Tres Cruzadas de Maíz, para Chocho". Tesis. U.N.C. 56 P.
2. Bustamante, R. (1973). "Estudio de las Epocas de Aplicación de N. en el Cultivo de Maíz Amiláceo en la Comunidad de Condormarca". Tesis, U.N.C. 55 P.
3. Boyd, M. (1980). "Acción de la Defoliación Artificial en el Rendimiento de Maíz (Zea mays), Var. Blanco Urabamba en Cajamarca. Tesis. U.N.C. 74 P.
4. Callirgus, H. (1982). "Efecto de Seis Densidades de Siembra, Niveles de Fertilización en Maíz Blanco Choclero Precoz en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 85 P.
5. Cardozo, P. (1970). "Estudio Comparativo de Siete Variedades de Maíces Amarillos Pr ces, en la Campaña de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 58 P.

6. Castañeda, C. (1983). "Respuesta de un Cultivar de Maíz Blanco Choclero Precoz a Tres Niveles de Fertilización y Seis Densidades de Siembra en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 89 P.
7. Cerna, P. (1980). "Efecto del Encalado en la Utilización de Fertilizantes Fosfatados en Suelos de Cajamarca en Condiciones de ella, para el Cultivo de Maíz". Tesis. U.N.C. 115 P.
8. Chávez, A. (1979). "Búsqueda de Fuentes de Resistencia al Gusano Masorquero (Heliothia zea) en Maíces Sudamericanos". Tesis. U.N.C. 53 P.
9. Chávez, G. (1983). "Heterosis en Cruzamiento entre Cultivares de Maíces Amarillos duros en Sierra Baja de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 64 P.
10. Díaz, D. (1971). "Respuesta del Maíz PMC-561 al Abonamiento con NPK en la Campiña de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 53 P.
11. Díaz, S. (1972). "Estudio Comparativo de Ocho Variedades de Maíces Amarillos Precozes en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 85 P.
12. Farfán, J. (1983). "Estudio Comparativo de Tres Fuentes y Cuatro Dosis Nitrogenadas en Maíz Blanco Chochoca, en Cajamarca". Tesis U.N.C. 82 P.
13. Feijoo, M. (1970). "Estudio Comparativo de Ocho Variedades de Maíces Blancos Chocleros en la Campiña de Cajamarca". Tesis U.N.C. 62 P.
14. Floria, J. (1973). "Efectos de la Aplicación de Diferentes Dosis de NPK en Maíz para Grano Variedad Kcapi en Cajabamba". Tesis. U.N.C. 74 P.
15. Herrera, W. (1980). "Efectos de Fuentes Orgánicas y Fosforadas en el Rendimiento de Maíz". Tesis. U.N.C. 74 P.
16. León, W. (1982). "Comparativo de Tres Variedades de Maíz, en Cinco Epocas de Siembra". Tesis. U.N.C. 33 P.
17. Martín, M. (1982). "Comportamiento de 95 Variedades y Líneas de Maíz Amilácea, Frente a Fusarium moniliforme". Tesis. 95 P.
18. Medina, J. (1981). "Influencia de la Aplicación de Bioabono en el Desarrollo de Maíz bajo Condiciones de Invernadero". Tesis U.N.C. 83 P.

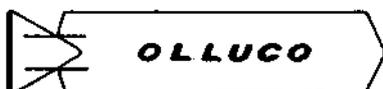
19. Mendoza, F. (1983). "Acción de las Diferentes Fuentes de Cal en el Desarrollo de Maíz en Suelo Acido". Tesis. U.N.C. 110 P.
20. Mestanza, J. (1983). "Interacción NPK en Maíz Variedad Kcapi en el Valle de San Marcos, Provincia de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 63 P.
21. Narro, P. (1978). "Respuesta de Ocho Poblaciones de Maíz Blanco Choclero en Dos Niveles de Fertilización". Tesis. U.N.C. 38 P.
22. Paredes, C. (1973). "Estudio de la Dosis de N.P y Densidad de Población Utilizado como Cultivo Indicador al Maíz Imperial en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 87 P.
23. Pérez, J. (1981). "Relación entre Relaciones de la Luna en el Zodiaco y Rendimiento del Maíz (Blanco Imperial) en la Zona de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 57 P.
24. Quispe, S. (1984). "Comparativo de Híbridos y Variedades de Maíz (Zea mays) en las Localidades de Paiján y Trujillo". Tesis U.N.C. 52 P.
25. Sánchez, C. (1981). "Ocurrencia Ocasional de Spodoptera frugiperda (J.E. Smit). Heliothis zea (Boddie) (Lep: Noctuidae) Diatraea saccharalis (Fabri) Pococera stramentalis (Lep: Pyralidae) y de sus Enemigos Naturales en Maíz". La Molina. LIMA. 1980. Tesis. U.N.C. 200 P.
26. Silva, J. (1978). "Evaluación de Características Agronómicas y Bromatológicas de 16 Colecciones y Tres Variedades de Maíz (Zea mays) para Sierra Media". Tesis. U.N.C. 67 P.
27. Tafur, D. (1977). "Biología de Agrostis ipsylon, en el Cultivo de Maíz (Zea mays) bajo condiciones de Laboratorio". Tesis. U.N.C. 50 P.
28. Tejada, T. (1982). "Respuesta de Seis Densidades de Siembra y; Tres Dosis de Fertilización en Maíz (Variedad Compuesto Amarillo arenoso) en Cochamarca". Tesis. U.N.C. 75 P.
29. Torrel, V. (1980). "Estudio Comparativo de Diferentes Niveles de Fertilización Nitrogenada con Inoculación de Azotobacter spp. en Maíz Amarillo Compuesto L". Tesis. U.N.C. 58 P.
30. Valera, F. (1974). "Biología de Heliothis zea Boddie en Maíz

(Zea mays) en Condiciones de Laboratorio". Tesis. U.N.C. 40 P.

31. Vázquez, S. (1981). "Respuesta del cultivo de Maíz, Variedad Blanco Imperial a Diferentes Niveles de Compost y Nitrógeno en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 58 P.
32. Vega, L. (1983). "Influencia de las Diferentes Dosis y Epocas de Aplicación de Bioabono Líquido en el Rendimiento de Maíz (Zea mays) Variedad Blanco Urubamba en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 71 P.
33. Vera, S. (1982). "Comparativo de Rendimiento de la Asociación Maíz (Zea mays) y Frijol (Phaseolus vulgaris) en el Valle de Chicama". Tesis. U.N.C. 67 P.



1. Ríos, N. (1982). "Evaluación de las Características Morfológicas de 21 Clones de Oca (Oxalis tuberosa, Mol)". Tesis. U.N.C. 92 P.
2. Seminario, J. (1984). "Colección de Germoplasma y Análisis Bromatológico de Oxalis tuberosa, Mol, en Cajamarca". En: Resumen de los VI Jornadas de Bromatología y Nutrición. 1984. 66 P.



1. Seminario, J. (1984). "Cultivos Andinos. El Olluco ediciones EDAC-CIED. Nº 1". Cajamarca. 18 P.



1. Angulo, F. (1982). "Efecto del Ergostin (Thiazolin-4-Carboxil. ácido) en la Producción de Papa, Aplicado a la Semilla y Follaje". Tesis. U.N.C. 74 P.
2. Carbejal, F. (1972). "Respuesta a la Dosis, Formas y Epocas de Aplicación de Fertilizante Potásico en el cultivo de Papa (Solanum tuberosum)". Tesis. U.N.C. 55 P.
3. Castro, A. (1979). "Comparativo de los Diferentes Niveles de Fertilización Nitrogenada con Inoculación de Azotobacter spp. en Cultivo de Papa. Variedad Molinera". Tesis. U.N.C. 74 P.

4. Chacón, S. (1971). "Epoca de Aplicación de Potasio en el Cultivo de Papa (Solanum tuberosum) en la Campiña de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 39 P.
5. Chévarry, D. (1971). "Epocas de Aplicación de Abonos Nitrogenados en Cultivo de Papa". Tesis. U.N.C. 66 P.
6. Chiroque, N. (1983). "Efecto del Metalaxil más Mancozeb (Rido - mil 5 G y Rádomil MZ 58) en Papa en la Campiña de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 70 P.
7. Díaz, A. (1983). "Efecto de la Aplicación de Tres Dosis de Estiércol Asociado a 4 Dosis de NPK en el Cultivo de Papa en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 70 P.
8. Florián, W. (1981). "Efecto de Algunos Estiércoles sobre el Rendimiento en el Cultivo de Papa, Var. Molinera". Tesis. U.N.C. 58 P.
9. Gálvez, M. (1979). "Control Químico de las Manchas Foliaras en Papa, Var, Caxamarca". Tesis. U.N.C. 56 P.
10. Llaja, N. (1981). "Nivel y Epoca de Aplicación Nitrogenada en el Cultivo de Papa, Var. Molinera (Solanum tuberosum S. phureja) en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 41 P.
11. Martos (1971). "Respuesta de la Papa a la Aplicación de Diferentes Niveles de N, P2O5, K2O5 y sus Interacciones en el Valle de Cajamarca". Tesis. U.N.C. 50 P.
12. Martos, G. (1982). "Efecto de la Densidad de Tallos en la Producción de Papa, Var. Revolución, en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 69 P.
13. Medina, D. (1981). "Determinación de daños producidos por manchas foliares en el cultivo de papa, Var. Caxamarca (S. tuberosum X S. phureja) en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 80 P.
14. Mercado, W. (1984). "Técnica de Multiplicación Rápida de Papa (Solanum tuberosum) en la Variedad Revolución, mediante Esquejes de Tallo Juvenil en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 42 P.
15. Pajares, C. (1969). "Efecto de los Fertilizantes Sintéticos más la Turba en el Cultivo de Papa (S. andigenum)". Tesis. U.N.C. 76 P.

16. Paredes, M. (1978). "Biología y Control Químico de Scrobipalula absoluta Merick en el Cultivo de Papa, bajo Condiciones de Laboratorio". Tesis. U.N.C. 63 P.
17. Paredes, P. (1983). "Efectos de Diferentes Abonos Orgánicos y Dosis de Aplicación en el Rendimiento y Sanidad del Cultivo de Papa en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 74 P.
18. Paz, E. (1979). "Comparativo de Tres Herbicidas en el Cultivo de Papa, Variedad Molinera (S. tuberosum X S. phureja) en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 79 P.
19. Rázuri, E. (1971). "Factores y Fuentes por Niveles de Fósforo en el Cultivo de Papa (S. tuberosum sub especie andígena) en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 42 P.
20. Rivas, S. (1978). "Comparativo de Cinco Clones y Dos Variedades de Papa (S. tuberosum X S. phureja) en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 73 P.
21. Rojas, E. (1970). "comportamiento de 20 Variedades de Papa al ataque de Pudrición Suave Bacteriano (Erwinia stroseptica)". Tesis U.N.C. 44 P.
22. Saavedra, C. (1983). "Efecto de la Densidad de la Traducción de Papa, Var. Revolución y Huamachuco en el Valle de Santa". Tesis U.N.C. 75 P.
23. Sánchez, C. (1984). "Formas de Inoculación de Azotobacter spp. en Papa (Solanum tuberosum) Var. Revolución". Tesis. U.N.C. 75 P.
24. Terán, A. (1972). "Estudio Factorial de Abonamiento 3N x 3P x 3K en el Cultivo de Papa (S. andigenum, Var, Peruanita) en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 94 P.
25. Torres, A. (1982). "Determinación de los Coeficientes de Uso Consumtivo (Kc) del Cultivo de Papa". Tesis. U.N.C. 74 P.
26. Vásquez, T. (1982). "Relación entre Posiciones de la Luna en el Zodiaco y el Rendimiento en el cultivo de Papa en Cajamarca". Tesis. U.N.C. 70 P.

QUINUA

1. Floríndez, S. (1982). "Evaluación preliminar de las características Agronómicas de 25 Cultivares Nativos de Quinua (Chanopodium quinoa)". Tesis. U.N.C. 121 P.
2. Ramírez, E. (1972). "Estudio de Aplicación de 3N, 3P, 2K en el Cultivo de Quinua en la Campiña de Cajamarca". Tesis. U.N.C.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

1. Boletín de Cultivos Andinos. (Enero Marzo 1984). Proyecto : Investigación de los Sistemas Agrícolas Andinos IICA/DIID. LIMA-PERU. 8 p.
2. Minka 10. Febrero 1983. Revista Peruana de Ciencia y Tecnología Campesina.
3. Orrillo, S. (1984). Estudio Morfológico de 36 Tipos de Clones de Olluco (Ullucus tuberosus. Loz) y Contaje Cromosómico en la Campiña de Cajamarca. Tesis no publicada. U.N.C.
4. Rengifo, G. (1983). Bibliografía sobre Agricultura Andina. Proyecto: Investigación de los Sistemas Agrícolas Andinos IICA/CII. PERU. 116 P.
5. Tapia, M. (1982). El Medio, Los Cultivos y los Sistemas Agrícolas en los Andes del Sur del Perú. Primer Curso Taller de Agricultura Andina. PISCA. 80 P.

FASCICULO D-3 : INSTALACION DE PASTURAS EN ZONAS ALTO - ANDINAS

CONTENIDOS

Este fascículo D-3 propone métodos y técnicas de Instalación y manejo de pastos cultivados y brinda Información específica sobre unas 10 especies de pastos.

La **parte I ("Introducción")** explica los objetivos y condiciones de esta propuesta.

La **parte II ("Organización de la población")** indica cómo trabaja el SESA, a través de Centros Demostrativos o de Animación, de grupos, comunidades u otras organizaciones, de convenios individuales con agricultores.

La **parte III ("Planificación de actividades")** señala las condiciones y requerimientos de recursos para esta labor.

La **parte IV ("Implantación y manejo de las pasturas")** describe los tipos de pasturas que se hacen en el SESA y la forma de cálculo de costos para los mismos.

La **parte V ("Procedimiento de ejecución")** presenta las técnicas que señala el SESA para preparación del terreno, de la semilla y las labores culturales.

Las **partes VI ("Capacitación y extensión")** y **VII ("Control y seguimiento")** se refieren a las normas generales del SESA.

El **anexo 1 ("Características de las especies más importantes")** describe 7 gramíneas y 3 leguminosas de mayor uso en Cajamarca.

El **anexo 2 ("Formulario para diseño de un ensayo experimental para Instalación de pasturas")** reproduce un formulario empleado por el SESA en la formulación de un proyecto de ensayo experimental.

APORTES

El principal aporte de este fascículo está en la forma de preparar, realizar y aprovechar pasturas experimentales. Entre el anexo 2 y la parte III, se proponen criterios y técnicas para conducir este tipo de labor. Al mismo tiempo, se ofrecen informaciones sobre 10 especies cultivables para pastos.

COMPLEMENTOS

El pastoreo de animales es una de las principales actividades del

D-3

campesino andino, y el ganado juega un papel fundamental en su economía y su seguridad (ver A-4, tomo 2). Al mismo tiempo la calidad y cantidad del pasto es un elemento clave para el desarrollo ganadero. Este fascículo busca guiar la introducción de pasturas cultivadas. El usuario necesitaría, sin embargo, poder comparar esta propuesta con otras alternativas, como el mejoramiento a base de otras especies vegetales, otras formas de pastoreo, a fin de determinar cuál es la actividad que mejor le conviene de acuerdo a sus propósitos y recursos.

En cuanto al mejoramiento de los pastos existentes o la instalación de otros tipos de pastos, este fascículo podría completarse con investigaciones como las que el fascículo D-2 propone para los cultivos andinos. También se podría aprovechar trabajos de otras regiones, como aquel reseñado por Tapia y Flores Ochoa en "Pastoreo y pastizales de los Andes del Sur del Perú" INIPA, 1984.

USOS

El aprovechamiento de este fascículo puede nacerse alrededor de sus dos mayores componentes, la propuesta de instalación de pasturas; los conocimientos sobre ciertas especies vegetales.

La propuesta de instalación de pasturas se hace esencialmente con fines experimentales y demostrativos. Instituciones promotoras del tipo SESA pueden seguir las pautas trazadas en las partes II, III, IV y V y en el anexo 2 Organizaciones campesinas y proyectos emanados de las mismas tendrán que analizar especialmente las formas organizativas, recogiendo lo que les conviene de la parte II. Luego podrán aprovechar los elementos útiles para la instalación de pasturas definitivas, dentro del resto de las partes mencionadas (ver en particular los gráficos de la parte IV).

Los conocimientos sobre especies de pastos están en el anexo 1, el cual podrá completarse con los datos del cuadro 2 (p.15).



	<u>PAG.</u>
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1. Definición	1
a. En Centros Demostrativos	1
b. En Centros de Animación	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Lugar y condiciones para su aplicación	2
II. <u>ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN</u>	3
2.1. En los Centros Demostrativos o de Animación.....	3
2.2. Con grupos campesinos, comunidades u otras formas de or- ganización comunal.....	3
2.3. Convenios individuales con agricultores	4
III. <u>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES</u>	5
3.1. Elementos para la programación de actividades.....	5
3.2. Condiciones para el establecimiento de parcelas en Centros Demostrativos.....	5
3.3. Parámetros a considerar en la instalación de experimentos en parcelas demostrativas,	7
a. Evaluación de calidad	7
b. Evaluación del rendimiento..... ,.....	7
3.4. Requerimientos de equipo y materiales	8
a. Bienes de capital	8
b. Bienes fungibles	8
c. Materiales de construcción.....	8
3.5. Requerimientos de recursos humanos	8
a. Del SESA.....	8
b. De los interesados	9
3.6. Requerimientos presupuéstales o de financiamiento	9
3.7. Cronograma de actividades.....	9
3.8. Vinculación con otras líneas de actividad.....	10

	<u>PAG.</u>
IV.. <u>IMPLANTACIÓN Y MANEJO DE LAS PASTURAS</u>	11
4.1 Instalación de pasturas en Centros Demostrativos	11
a. Características de la parcela experimental.....	11
b. Diseño propiamente dicho	11
4.2. Instalación de pasturas en campos definitivos	11
4.3. Elaboración del presupuesto.....	13
4.4. Costos.....	16
a. Costos de instalación o establecimiento	16
b. Costos de mantenimiento	17
V. <u>PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN</u>	18
5.1. Preparación del terreno	18
5.2 . Nivelación del terreno.....	18
5.3. Surqueo	19
5.4. Método de siembra	19
5.5. Época y densidad de siembra	19
5.6. Prueba de germinación.	19
5.7. Labores culturales.....	20
a. Riego	20
b. Deshierbo	20
c. Abonamiento	20
d. Control fitosanitario y/o entomológico	21
e. Cosecha.....	21
VI. <u>CAPACITACIÓN Y EXTENSION</u>	22
VII. <u>CONTROL Y SEGUIMIENTO</u>	23
<u>ANEXO N° 1 A:</u> Características de las especies mas importantes:	
gramíneas	24
<u>ANEXO N° 1 B:</u> Características de las especies leguminosas	38
<u>ANEXO N° 2 :</u> Formulario para diseño de un ensayo experimental para la instalación de pasturas	47
<u>ANEXO N° 3 :</u> Glosario de términos	51
<u>ANEXO N° 4 :</u> Bibliografía	54



1.1 Definición

Esta práctica se define como la instalación y manejo de pasturas nativas y/o introducidas en zonas alto andinas, con fines de experimentación y promoción, considerando los diferentes pisos ecológicos del área de influencia del SESA (1).

Esta actividad está orientada a lograr tanto el incremento de productividad de las pasturas como la conservación del recurso suelo.

Se realiza en dos ámbitos y etapas

- a.) En Centros Demostrativos (2). con fines de experimentación, promoción, demostración y difusión de las técnicas apropiadas para la conducción y manejo de pastos en la zona. Constituye la primera etapa.
- b. En Centros de Animación (2). mediante la suscripción de convenios con comunidades o agricultores independientes, incentivando con ello la instalación de pasturas mejoradas y comprobadas; para alcanzar este fin se capacita debidamente a los interesados. Constituye la segunda etapa.

1.2 OBJETIVOS

1. Promover el incremento de la producción y productividad de las pasturas, como base para mejorar el desarrollo de la ganadería alto andina (animales mayores y menores).
2. Orientar el uso racional de las pasturas, estableciendo sistemas adecuados para su aprovechamiento y para la conservación de los suelos.
3. Promover prácticas de conservación de forrajes para épocas de escasez de lluvia, que en la zona ocasionan sequía estacional o cíclica y que son muy frecuentes en nuestra región.

(1) Para mayor información consultar el Manual D-18

(2) Consultar el Manual J-2 para mayor información sobre Centros Demostrativos y de Animación.



siguientes zonas:

- a. Centro Demostrativo Chotén - Yumaqual
- b. Centro Demostrativo El Guitarrero
- c. Centro de Animación Cumbe Mayo
- d. Grupo campesino Los Eucaliptus
- e. Instalación de pasturas a nivel de pequeños y medianos agricultores de los diferentes Centros de Animación mediante la suscripción de convenios específicos.

Se han seleccionado estos lugares por encontrarse parte o la totalidad de su área en pisos ecológicos representativos, lo que permite evaluar la adaptabilidad y rendimiento de las pasturas implantadas en condiciones ambientales diversas y en áreas bajo riego y de secano.

Para realizar esta actividad se tienen en cuenta dos tipos de ensayos:

Los primeros consisten en la instalación, con fines de investigación y demostración, de prácticas en pasturas nativas y/o introducidas, con la finalidad de obtener resultados que permitan recomendar posteriormente su adopción por los interesados.

Los segundos, o ensayos posteriores, se realizan con fines de promoción y difusión, para la etapa de instalación y manejo de las pasturas en campos definitivos del SESA y/o de los interesados; estos últimos, en los diferentes Centros de Animación.



Las modalidades a través de las cuales se organiza la población dependen del tipo de instalación.

2.1.

**EN LOS CENTROS DEMOSTRATIVOS
O DE ANIMACION**

Los posibles beneficiarios participan en las actividades de capacitación y promoción, que se llevan a cabo mediante un programa especialmente estructurado con esta finalidad.

Los Centros Demostrativos se consideran, para fines de esta práctica, como:

- (a) Módulos de atracción para los productores,
- (b) Como centros de producción de semillas, nativas y/o introducidas (banco de semillas),
- (c) Como centros de experimentación y evaluación de las pasturas nativas y/o introducidas; y
- (Ch) Como centro de aplicación didáctica y de prácticas para los alumnos de la Facultad de Ciencias Agrícolas.

2.2.

**CON GRUPOS CAMPESINOS, COMUNIDADES
U OTRAS FORMAS DE ORGANIZACION COMU-
NAL**

La actividad de promoción con la población tiene como finalidad el establecimiento y manejo adecuado de las pasturas en campos definitivos.

Las actividades que se realizan comprenden:

- (a) Acciones de motivación.
- (b) De capacitación técnico-práctica mediante charlas, cursos, seminarios, etc.
- (c) Propiciando encuentros entre los productores, a través de los cuales también se incentiva la organización} se orientará en el futuro la conformación de "Centros de Praderas y Granjas Rurales".

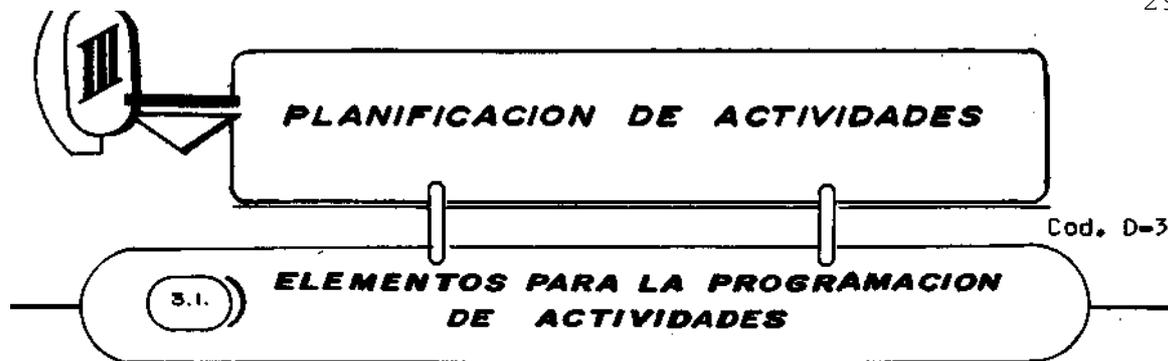
Los trabajos comunales se efectúan promoviendo formas de cooperación y trabajo practicadas en la zona, como las "mingas".



Estos convenios se suscriben con productores individuales que poseen y explotan unidades de producción ubicadas dentro del área de influencia del SESA.

En estas modalidades se propicia la introducción de tecnologías apropiadas, con técnicas sencillas, empleando adecuada y racionalmente los recursos de la zona, así como rescatando y mejorando las modalidades de trabajo establecidas por nuestros antepasados y poco difundidas por los actuales investigadores del agro.

Actualmente el SESA está en la etapa inicial de promoción para la suscripción de los convenios antes indicados.



La planificación de esta actividad considera las siguientes acciones:

- (a.) Realización de un diagnóstico sobre los recursos actuantes, condiciones agro-climáticas y sistemas de manejo de las pasturas en el área de acción del SESA y su área de influencia indirecta, identificando su problemática y alternativas de solución; (1)
- (b) Determinación de las especies y variedades de mayor rendimiento y calidad forrajera, mediante ensayos y experimentación; considerando los siguientes parámetros.

. Resistencia a la sequía y heladas

• Evaluación y comportamiento de las especies forrajeras, de acuerdo a su utilización. (pastoreo, corte, sistemas intensivos y semi extensivos)

. Características fisiográficas de la zona, para ofrecer cobertura y protección al suelo contra los procesos de erosión; utilización de los pastos para la formación de barreras vivas, protección de taludes, etc.

• Empleo de métodos apropiados para la conservación de forrajes (henificado o ensilado), muy necesaria en épocas de sequía, donde la producción de pastos es mínima.

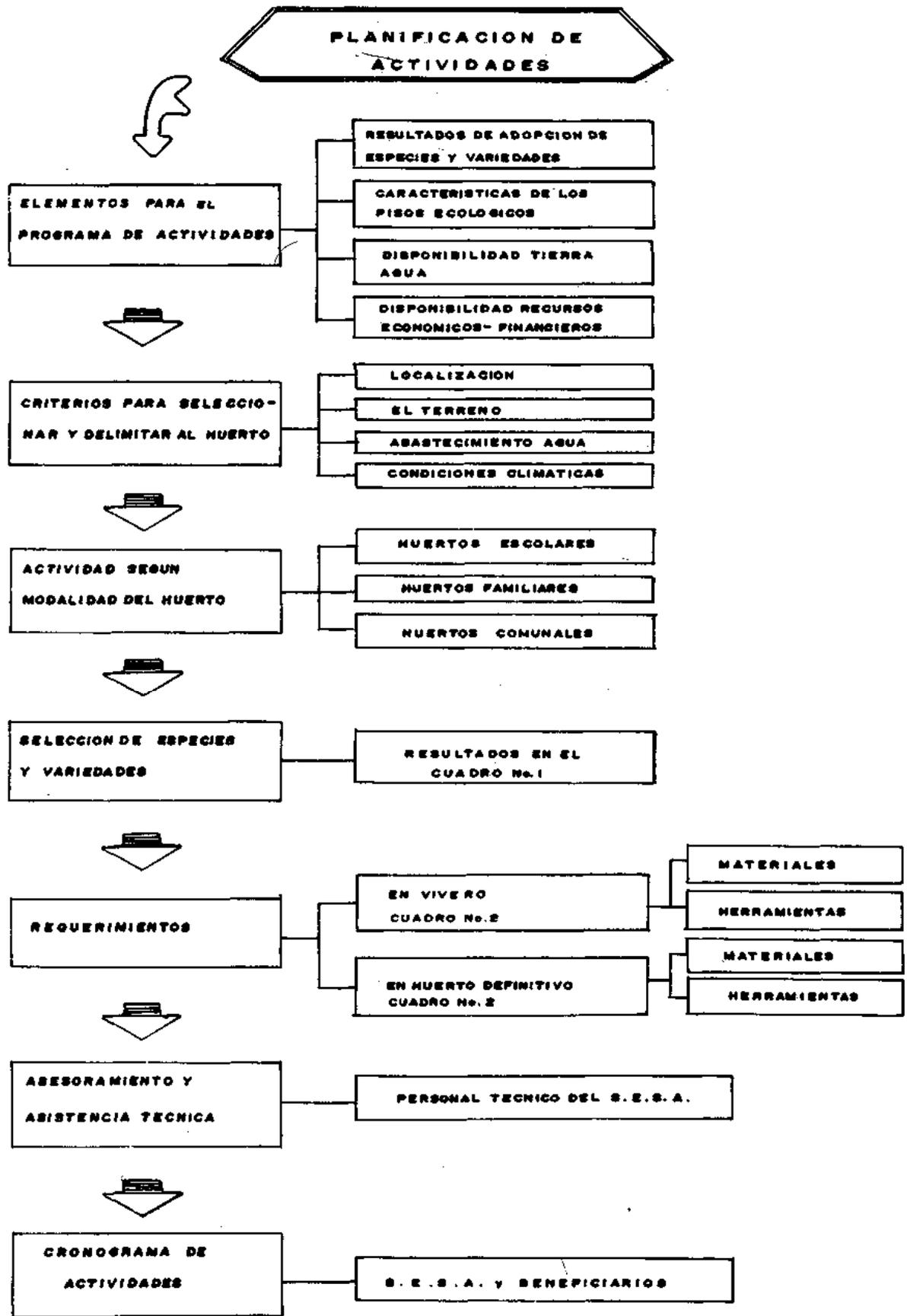
3.2.) CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS EN CENTROS DEMOSTRATIVOS

En la elección del terreno y considerando el tipo de ensayo o de experimento, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

- (a.) Características del suelo: análisis del suelo (2).
- (b.) Disponibilidad de agua: de lluvia u otra fuente.
- (c.) Aptitud del terreno para establecer pasturas; nunca elegir terrenos pantanosos (capacidad de uso).

(1) Para mayor información consultar el Manual B-1 "Diagnósticos Globales y Específicos".

(2) Consultar práctica D-1 "Información y Tecnologías Básicas para el uso y Conservación de los suelos".



d.) Piso ecológico adecuado para el desarrollo y propagación de las pasturas.

3.3.

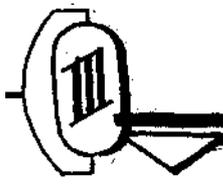
**PARAMETROS A CONSIDERAR EN LA INSTALACION
DE EXPERIMENTOS EN PARCELAS DEMOSTRATIVAS**

(a) Evaluación de Calidad:

- . Inicio de germinación de un 10 % del total de semillas sembradas.
- . Velocidad da germinación medida en relación al tiempo.
- . Finalización de la germinación, 75 % de las semillas sembradas.
- . Inicio de floración. 10% de plantas que están en crecimiento.
- . Finalización de floración en relación al tiempo promedio de la especie.
- . Inicio de maduración, 1G % de plantas del total de la pastura instalada.
- Finalización de la maduración, 75 % de plantas, en relación al tiempo y época óptima de corté.
- . Rendimiento de semillas por unidad de superficie.
- . Poder germinativo de la semilla en base a 100 semillas.
- Energía germinativa, en relación al número de semillas germinadas por intensidad de días luz.
- Valor cultural o valor de utilización, medido en Términos de % del total de la producción obtenida.
- . Humedad de la semilla en %.
- Altura de la planta en cm.
- . Altura de las hojas en cm.
- Altura de la inflorescencia en cm.
- . Cosecha, en días y de acuerdo al número de cortes por especies.

(b) Evaluación del Rendimiento:

- . Producción de pastos y forraje verde por m² y proyectado a producción de Kg/Ha y por corte.
- Rendimiento de materia seca en Kg/Ha y por corte
- . Análisis bromatológico
- . Relación gramíneas-leguminosas (corte diferencial).



3.4.) REQUERIMIENTO DE EQUIPO Y MATERIALES Cod. D-3

Para la realización de ensayos y experimentos, se considera los siguientes:

(a) Bienes de Capital»

- Maquinaria agropecuaria; tales como fumigadoras, bombas de mochila, etc. para control fitosanitario.
- Vehículos, para transporta del personal, materiales e insumos.
- Muebles de oficina, el mínimo necesario en caso de requerir su implementación.
- Equipo y herramientas; lanzallamas (para el combate de hormigueros que son frecuentes en zonas de ladera); carretilla, pico, palana, rastrillo, hoces; marco de madera de 1 m² (para evaluar rendimiento).

b) Bienes fungibles»

- Semilla: botánica y vegetativa.
- Abonos orgánicos: compost, bioabono, estiércol, abono verde.
- Abonos inorgánicos: sólo de manera complementaria se debe utilizar abonos simples o compuestos; cal (para encolamiento en leguminosas)
- Material de oficina: material de escritorio y dibujo técnico.
- Enseres, Equipo para trabajo de campo: bolsa de dormir, carpas, utensilios de comedor, utensilios de higiene personal.
- Combustible, para los vehículos que trasladan al personal a las zonas rurales de trabajo.
- Vestuario, consistente en botas de jebe, mamelucos, impermeables, para condiciones de altura.
- Materiales de laboratorio, para evaluación de calidad y análisis bromatológico.

c) Materiales de construcción, para delimitación de cercos.

3.5.) REQUERIMIENTO DE RECURSOS HUMANOS

Se considera a los siguientes:

(a) Del SESA.

- Técnico profesional, especialista en pastos y forrajes.
- Técnico de campo, para conducción y control permanente.
- Asesoramiento de especialistas de la UNC y orientación en

los trabajos de investigación en pasturas.

(b) De los interesados.

Promotor rural. Líder campesino capacitado para el control y mantenimiento de obras que se ejecutan en las zonas de ladera.

Personal Obrero, Que es contratado para realizar determinadas labores relacionadas con la infraestructura, para facilitar la instalación de pasturas.

3.6.

**REQUERIMIENTOS PRESUPUESTALES O
DE FINANCIAMIENTO**

Para la realización de esta práctica se consideran, las siguientes fuentes de financiamiento.

- (a) Recursos provenientes del tesoro público a través de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- (b) Recursos propios, provenientes de los fondos que obtiene el SESA de sus convenios.
- (c) Recursos provenientes de otras fuentes; tales como convenios nacionales e internacionales.

3.7.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para la programación se debe tener en cuenta las características climáticas y meteorológicas que son propias de la región de la sierra y en donde se presentan dos épocas:

- (a.) Época de Secano (Abril-Setiembre).
- (b.) Época de lluvia (Octubre-Marzo).

Las actividades que se programen están agrupadas en la siguiente secuencia:

- 1) Establecimiento y evaluación de la pastura en su primer período de crecimiento.
- 2) Mantenimiento y evaluación de las siguientes etapas de crecimiento y producción de forraje y semillas.
- 3) Análisis e interpretación de datos obtenidos y que se han registrado de acuerdo a las observaciones realizadas.

- 4) Elaboración del informe técnico, que puede realizarse en dos etapas:
- (a) Primer borrador.
 - (b) Redacción final.

3.8.

VINCULACION CON OTRAS LINEAS DE ACTIVIDAD

Las acciones de esta actividad están enmarcadas dentro de los objetivos de conservación y utilización racional de los recursos, de ecosistema de laderas y principalmente con la conservación de suelos y la producción pecuaria.



Se debe tener en cuenta las modalidades con que se trabaja; para el caso del SESA, son:

- . Instalación de pasturas en Centros Demostrativos.
- . Instalación de pasturas en campos definitivos.

4.1. INSTALACION DE PASTURAS EN CENTROS DEMOSTRATIVOS

a. Características de la parcela experimental»

Para diseñar el experimento se considera necesario determinar:

- a.1 Nombre del Proyecto experimental.
- a.2 Area de la parcela, especificando:
- Largo y ancho de la misma.
 - Ancho de los bordes.
 - . Area total, incluyendo bordes.
 - Area total útil.
- a.3 Número de tratamientos.
- a.4 Número de repeticiones,
- a.5 Parcela testigo.

b. Diseño propiamente dicho.

Para el diseño y conducción de la parcela experimental, se emplea el formulario que se presenta en el Anexo N° 2.

4.2. INSTALACION DE PASTURAS EN CAMPOS DEFINITIVOS

En el diseño para la instalación y conservación en campos definitivos, se considera básicamente las características del suelo y las practicas conservacionistas.

Las modalidades de trabajo pueden ser:

- a) Instalación de pasturas en terrazas de banco (1).
- b) Instalación de pasturas en taludes de terrazas.

(1) Para mayor información sobre diseño y construcción de "Terrazas de Banco", consultar el Manual H-5.

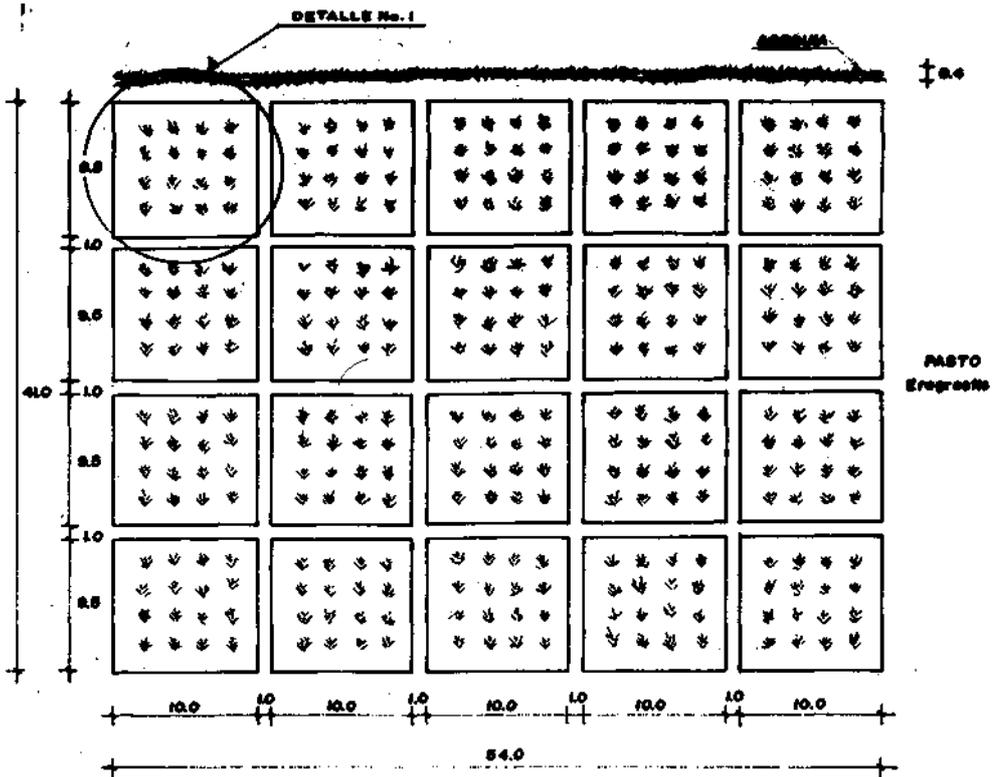


FIGURA No. 1 CAMPOS DEMOSTRATIVOS DE PASTOS Escala 1:500

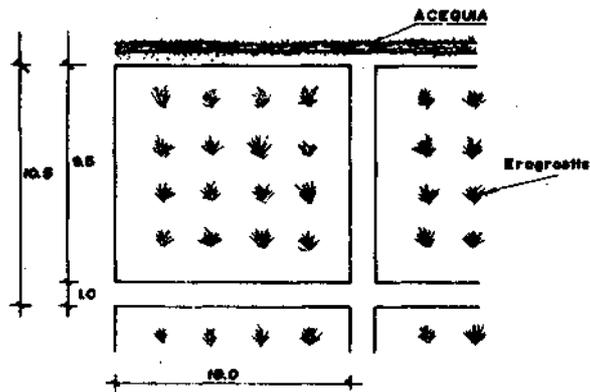


FIGURA No. 2 DETALLE : CAMPO DEMOSTRATIVO DE PASTOS Escala 1:300

Con fines de protección contra la erosión y dispuestas en líneas transversales a la pendiente.

- (c.) Instalación de pasturas en los bordes de acequias de infiltración.

Con fines de protección y para favorecer la retención de las partículas en suspensión y evitar sean arrastradas por el agua, función que cumplen los filtros vivos.

4.3.)

ELABORACION DEL PRESUPUESTO

Para cada ensayo o tipo de experimento, se elabora un presupuesto considerando los requerimientos de semilla, fertilizantes, mano de obra, etc.

- (a.) La cantidad de semillas se calcula por parcela, utilizando al siguiente cuadro:

CUADRO No. 1 CANTIDAD DE SEMILLA POR PARCELA					
Nº DE LA PARCELA	NOMBRE VULGAR Y CIENTIFICO DE LA ESPECIE	DENSIDAD DE SIEMBRA (Kg/Ha) (SIN VALOR CULTURAL).	VALOR CULTURAL	DENSIDAD CORREGIDA (Kg/HA)	Grs/PARCELA
15 Distribución al azar.	Pasto ovilla <u>Dáctiles glomera- ta.</u>	31.80			

- (b.) Las especies forrajeras con las cuales trabaja actualmente el SESA, son las siguientes (cuadrado N° 2):

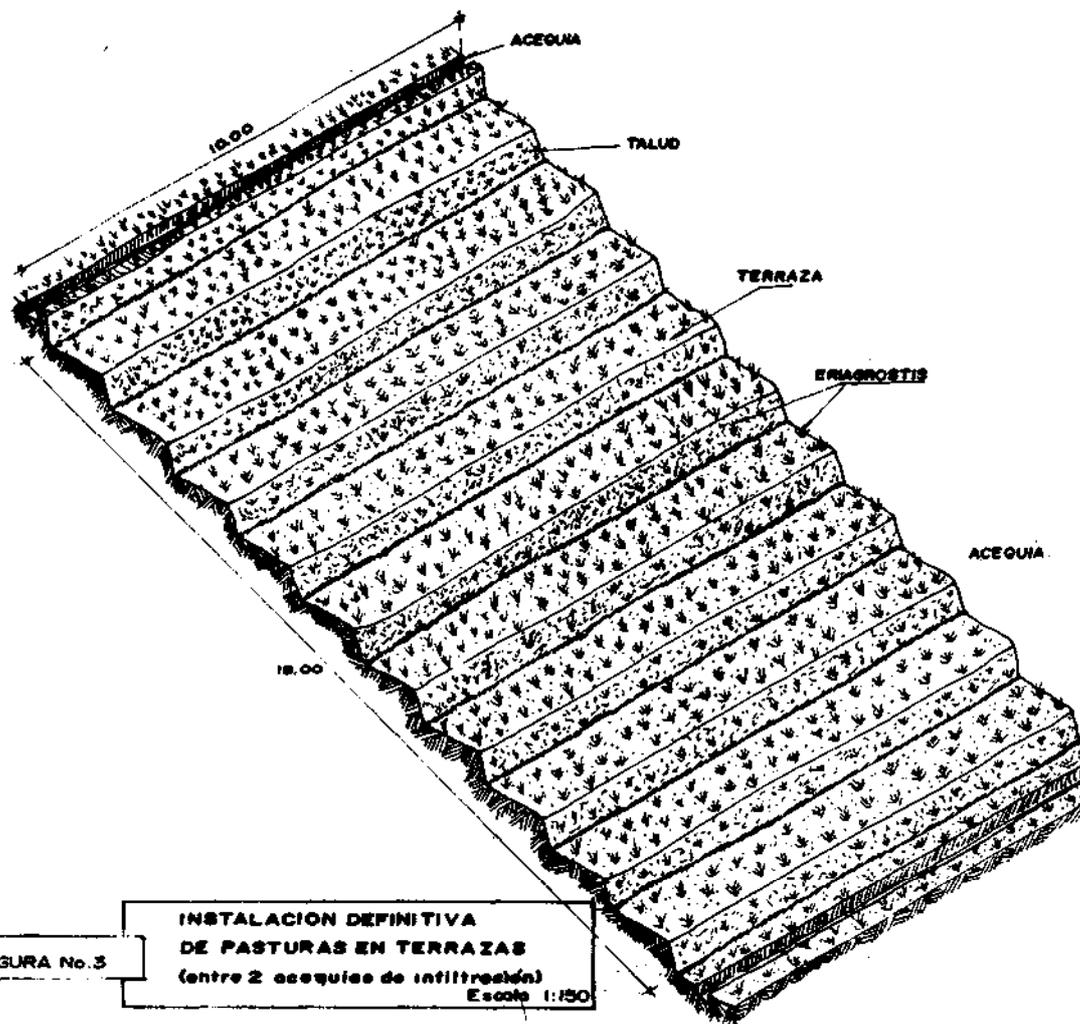


FIGURA No. 3
INSTALACION DEFINITIVA DE PASTURAS EN TERRAZAS
 (entre 2 acequias de infiltracion)
 Escala 1:150

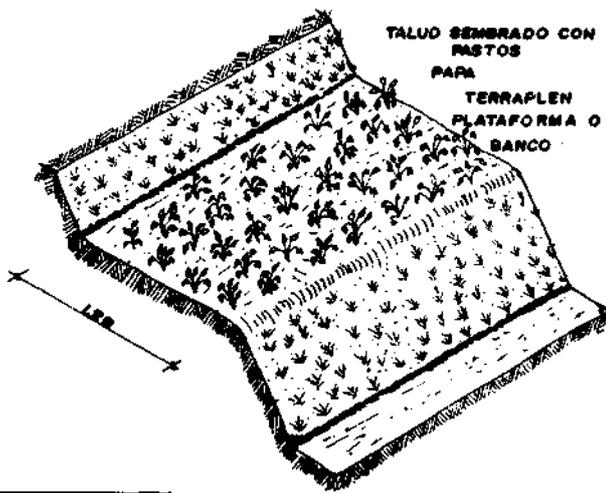


FIGURA No. 4
TERRAZA
 Escala 1:40



Cod. D-3

<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>	<u>NOMBRE VULGAR</u>	<u>FORMA DE SIEMBRA</u>	<u>DENSIDAD DE SIEMBRA</u>
<u>Medicago sativa</u>	Alfalfa	al voleo	30 Kg/ ha (variedad local)
<u>Trifolium pratensis</u>	Trébol rojo	al voleo	12 Kg/ha
<u>Trifolium repens</u>	Trébol blanco	al voleo	03 Kg/ha
<u>Arrhenatherum elarigatius</u>	Avena forrajera	al voleo	35 Kg/ha
<u>Bromus inermis</u>	Cebadilla	en surcos	30 Kg/ha
		al voleo	20-25 Kg/ha
		en surcos	15-20 Kg/ha
<u>Dactylis glomerata</u>	Pasto ovillo	al voleo	20 Kg/ha
		en surcos	15 Kg/ha
<u>Eragrostis cúrva</u>	Love, ó pasto llorón	al voleo	04 Kg/ha
		en hileras	02 Kg/ha
<u>Eragrostris chloromelas</u>	eragrostis	semilla veg.	05 plan/gol-pe
		semilla bot.	1-3 Kg/ha
<u>Eragrostris lehmanniana</u>	Lehmen's love grass	semilla var.	-1-3 Kg/ha
<u>Festuca arundinacea</u>	Festuca	al voleo	20-25 Kg/ha
		en surcos	15-20 Kg/ha
<u>Festuca pratensis</u>	Festuca de los prados	al voleo	25 Kg/ha
		en surcos	20 Kg/ha
<u>Lolium perenne</u>	Rye grass ingles	al voleo	35-30 Kg/ha
		en surcos	20-25 Kg/ha
<u>Phalaris tuberosa</u>	Pasto harding	al voleo	15 Kg/ha
		en surcos	10 Kg/ha
<u>Paspalum dilatatum</u>	Pasto miel	al voleo	04 Kg/ha
<u>Poa pratensis</u>	Poa	al voleo	15 kg/ha

CUADRO No. 2

ESPECIES CULTIVADAS



4.4. COSTOS

Cod. D-3

Se consideran, costos de instalación y costos de, mantenimiento o explotación.

a. Costos de instalación o establecimiento. Se considera principal

CUADRO No. 3 COSTOS DE INSTALACION O ESTABLECIMIENTO

a.1) Mano de Obra:

LADORES	No. de JORNAL	No. de YUNTA(días)	VALOR JORNAL S/.	VALOR YUNTA S/.	TOTAL S/.
- LIMPIEZA Y NIVELACION DEL TERRENO					
- PREPARACION DEL TERRENO					
- SURQUEO Y SIEMBRA					
- LABORES CULTURALES (deshierbos, etc)					
SUB-TOTALES					

a.2) Insumos

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
1- SEMILLA				
2- INOCULANTE				
3- ABONOS Y FERTILIZANTES				
- ESTIERCOL				
- COMPOST				
- BIO ABONO				
- FERTILIZANTES				
4- PESTICIDAS				
5- OTROS				
SUB-TOTALES				
COSTO TOTAL (a.1 + a.2)				



Cod. D-3

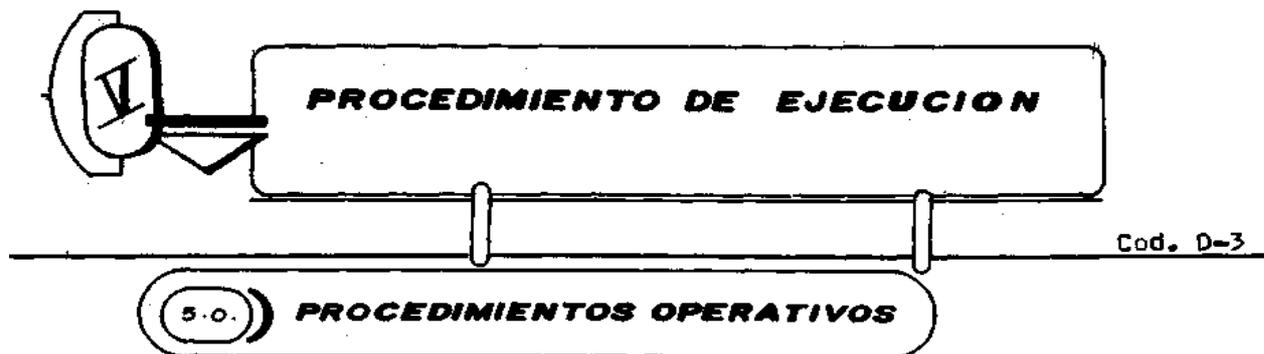
(b) Costos de mantenimiento. Se considera los siguientes rubros:

b.1) Mano de Obra: (por corte al año)

LABORES	No. de JORNALAS	VALOR JORNAL \$	TOTAL
- DESHERBOS			
- RIEGO			
- ABONAMIENTO			
- CONTROL FITOSANITARIO			
- COSECHA			
· CORTE			
· CARGUIO			
SUB-TOTALES			

b.2) Insumos:

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1- ABONOS Y FERTILIZANTES				
· ESTIERCOL				
· COMPOST				
· BIOABONO				
· FERTILIZANTES				
2- PESTICIDAS				
3- AGUA				
4- OTROS				
SUB-TOTALES				
COSTO TOTAL				
(b.1 + b.2)				



Los procedimientos operativos que se realizan para el establecimiento de pasturas, tanto en campos demostrativos como en definitivos, son los siguientes:

5.1. PREPARACION DEL TERRENO

Debe permitir lograr los primeros resultados:

- a.) Suelo bien mullido y no flojo, para casos de propagación por semilla botánica.
- b.) Suelos medianamente mullidos para casos de propagación por semilla vegetativa (sin champas y terrones y con humedad adecuada).
- c.) El terreno debe quedar en lo posible libre de malezas.

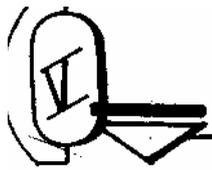
En caso que el terreno estuviera invadido por kikuyo— (Pennisetum clandestinum), se debe efectuar la primera roturación con arado (yunta) en época de verano, extrayéndose manualmente toda la maleza; posteriormente se aplica un ligero machaco para realizar un segundo volteo de la tierra y la extracción de los rebrotes, recomendando además la rotación de cultivos para combatir al kikuyo.

5.2. NIVELACION DEL TERRENO

Esta labor debe permitir obtener:

- Uniformidad en la profundidad de siembra.
- . Uniformidad en la germinación de la semilla.
- . Buen manejo del agua.

Para estas operaciones se utilizan palana y rastrillos en cultivos sobre terrazas.

**5.3.) SURQUEO**

Cod. D-

Los surcos serán trazados con la ayuda de un cordel, en sentido perpendicular a la pendiente máxima, con contrapendiente y ligera pendiente longitudinal, de acuerdo a las características del suelo (topografía, profundidad, textura) y la precipitación.

La contrapendiente del surco permitirá la retención del agua.

El distanciamiento entre surcos y plantas se define de acuerdo a la especie y a la forma de propagación.

5.4.) METODO DE SIEMBRA

Generalmente se realiza en línea continua, al voleo o por golpe, dependiendo de la especie.

5.5.) EPOCA Y DENSIDAD DE SIEMBRA

La siembra se efectúa en el área al inicio de las primeras lluvias (fines de Octubre).

La cantidad de semilla que se utiliza varía según la especie (ver capítulo III - cuadro N° 1).

5.6.) PRUEBA DE GERMINACION

Antes de proceder a la siembra se debe realizar la prueba de germinación, evitando de esta manera el empleo de semillas de mala calidad y pérdidas de tiempo y dinero.

La prueba de germinación se realiza de la siguiente manera:

- (a.) Se seleccionan 120 semillas al azar de la especie a instalar.
- (b.) Se prepara el medio o substrato de germinación, constituido por un trozo de algodón con agua.
- (c.) Se colocan las semillas al medio en un recipiente que puede ser una "Caja petri" o un plato debidamente limpio.
- (d.) La prueba se coloca en una habitación ventilada, bien iluminada y protegida del daño de animales.

- (e) Una vez instalado el ensayo, se realizan observaciones diarias, registrándose al número de semillas germinadas por un período de 7 días. Con los resultados obtenidos, se calculan los porcentajes de germinación.

Ejemplo:

$$\begin{array}{rcl} \text{Si } 120 \text{ semillas} & = & 100 \% \\ 96 \text{ semillas} & = & X \\ \text{germinadas} & & \end{array}$$

$$X = \frac{96 \times 100}{120} = 80 \% \text{ de poder germinativo}$$

5.7.

LABORES CULTURALES

Para cada una de ellas se debe registrar la fecha de realización; las principales labores son:

a. Riego.

Se realiza de acuerdo a la disponibilidad de agua; con esta finalidad se pueden establecer pequeños reservorios, siempre que sea posible utilizar gran parte de los materiales de construcción disponibles en la propia zona.

El calendario de riegos se establece de acuerdo a la especie y época del año; su aplicación puede ser sólo de carácter complementario,

b) Deshierbo.

Después de cada corte, se realiza un deshierbo, eliminando las malas hierbas.

Se puede también hacer una remoción del terreno con trinche para facilitar la oxigenación del suelo y permitir un mejor rebrote de la especie instalada.

En cultivos de leguminosas se puede aprovechar para practicar un encalado liviano.

c) Abonamiento.

En el área de influencia del SESA, se utiliza principalmente abonamiento orgánico: compost, estiércol o bioabono; en última instancia, si es indispensable, se aplican fertilizantes comerciales.

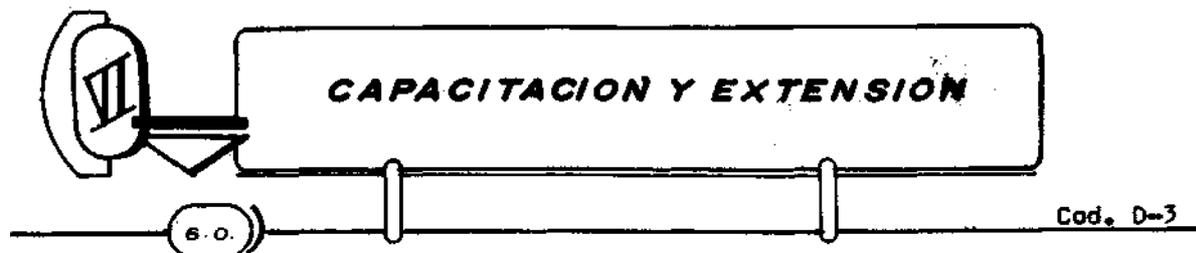
La aplicación del abonamiento se practica después de cada corte y antes del riego.

(d.) Control fitosanitario y/o entomológico.

Se realiza previa evaluación entomológica o fitosanitaria} teniendo en cuenta prácticas adecuadas (control biológico), utilizando productos químicos con mucha prudencia.

e) Cosecha.

En los campos demostrativos o de experimentación se realiza el corte a mano, de preferencia en días secos por estar el terreno compacto.



Las actividades de capacitación y extensión en esta práctica comprenden principalmente:

- Cursos de capacitación a los posibles beneficiarios en coordinación con la Unidad de promoción, con fines de motivación.
- .Utilización del nivel en "A" para la construcción de terrazas, con fines de instalación de pasturas.
- .Reuniones con productores, Con fines de realizar demostraciones de prácticas y resultados.
- .Visitas de reconocimiento a comunidades con fines de motivación y promoción de su participación en la práctica.



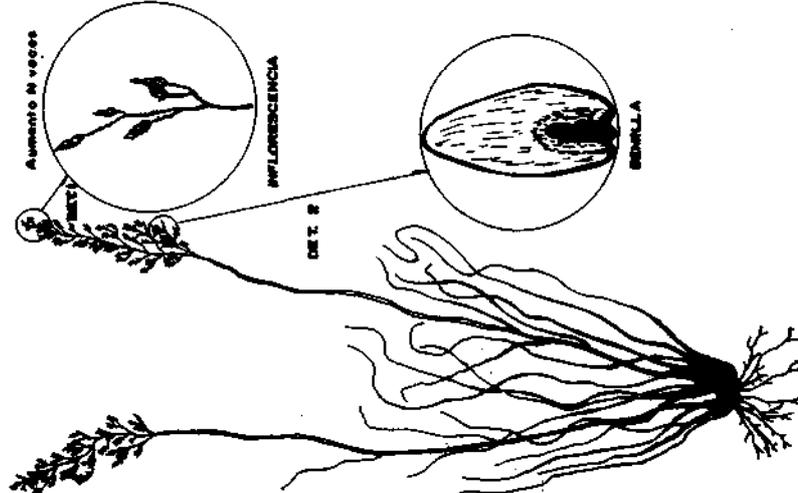
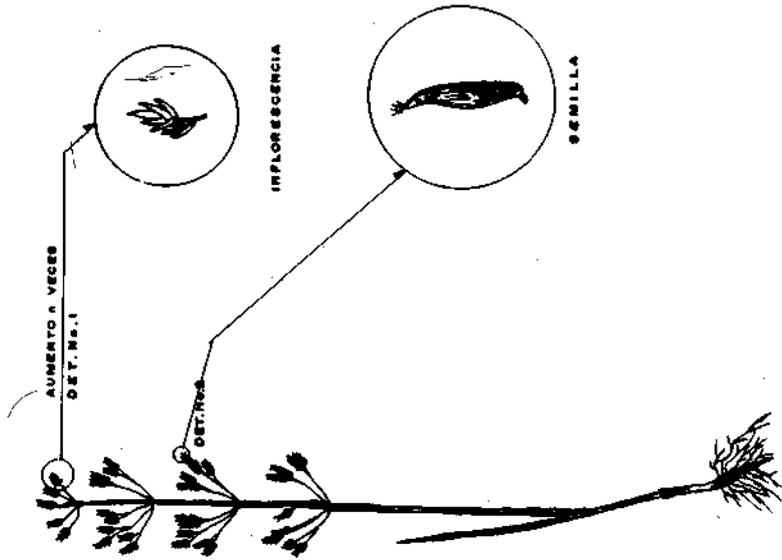
El control de los ensayos experimentales en los Centros Demostrativos es de responsabilidad del técnico del SESA, quien lleva el registro de las labores, realiza su análisis y presenta sus informes correspondientes.

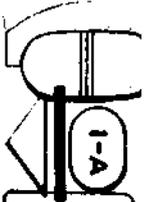
El control de la práctica es realizado por la dirección del SESA, mediante la exigencia que tienen los técnicos responsables de presentar informes trimestrales.

ANEXO 1-A

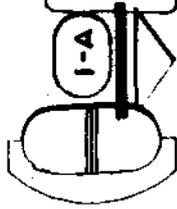
CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES GRAMINEAS

Cod. D-3

<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>ERAGROSTIS CURVULA</u>	<u>PDA ANNUA</u>
<u>1.1</u> <u>Nombre Vulgar</u> :	"Pasto llorón", "Pasto hediondo"	"Champa", "Pastito", "Pasto anual alto"
		
	<u>A.</u>	<u>B.</u>

 CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS GRAMINEAS	
A.	B.
ERAGROSTIS CURVULA	POA ANNUA
<p>1.2) Características de la planta.</p> <p>Planta nativa de Europa, perenne, matujosa, presenta (el tallo) cañas a menudo densamente ramificadas, en la base erectas o ascendentes, glabras, oscuras en los nudos, de 15 a 70 cms. de largo. Hojas con vainas estriadas, aquilladas. Panojas de 3 a 15 cms, de longitud, más o menos laxas; las ramas rígido-ascendentes. Espiguillas cortantes, pediciladas, generalmente divergentes, verduzcas o blanquiscas.</p> <p>Es de crecimiento rápido y vigoroso, resistente al calor y la sequía, excelente productor de semillas; esta especie rebrota temprano con el inicio de las lluvias y se mantiene verde más tiempo que otras; cuando remadura resulta ser muy cocida y poco palatable.</p> <p>Se adapta bien en climas que van del tropical al templado frío y en alturas que van del nivel del mar hasta los 3500 msnm.</p> <p>Crece en cualquier tipo de suelo siempre que sea</p>	<p>Es una especie perenne, baja, cespitosa. Cañas gráciles, delicadas, hojas con vainas glabras, más o menos membranosas. Espiguillas de 4 a 5 mm. de longitud. Fruto carióspero, con es-tigmas apicales e hilo basal ovalado.</p> <p>Es una especie de origen Europeo, cosmopolita. En nuestro territorio vegeta desde la costa hasta la puna, formando céspedes en los campos abiertos. Florece en invierno y primavera. Esta especie es matujosa, bastante resistente a la sequía; tiene buen desarrollo radicular, pero un tanto superficial; es la especie más temprana en rebrotar con las primeras lluvias, debido a que su sistema radicular aprovecha bien la humedad, que para otras especies es deficiente, resiste bien las heladas.</p> <p>Se adapta a climas comprendidos entre el templado-frío y fríos, en alturas comprendidas entre los 2500 a los 4200 msnm. Crece en diversos tipos de suelos, cuyo pH varía de 5 a</p>
<p>1.3) Clima y suelo</p>	

Cod. D-3



1-A
CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS GRAMINEAS

Cod. D-3

A. ERAGROSTIS CURVULA

B. POA ANNUA

CARACTERISTICAS

ERAGROSTIS CURVULA

POA ANNUA

bien drenado, prefiriendo, los suelos ligeros.
 Puede prosperar mejor que otras especies en suelos de baja fertilidad, pero responde bien al abono.

1.4 Densidad de Siembra

- Al voleo : 03 Kgs, de semilla/ha
- En surcos: 02 Kgs, de semilla/ha

Como quiera que la semilla es muy pequeña, es conveniente mezclar con materia inerte para aumentar el volumen y facilitar la siembra.

1.5 Época de siembra

En la costa norte en Mayo; en la costa central y sur en setiembre; en la sierra y con riego, en primavera; sin riego, con el inicio de las primeras lluvias.

1.6 Fertilización

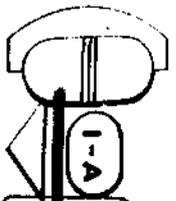
- A la siembra: 50 N-80 P₂O₅
- 50 K₂O kg/ha.

Para mantenimiento: anualmente las mismas dosis.
 En caso de sembrarse con leguminosas, no es necesario el abonamiento nitrogenado de mantenimiento.

7.

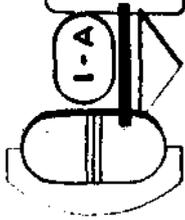
- Al voleo : 15 kgs, de semilla /ha
 - En surcos : 10 Kgs, de semilla/ha
- El distanciamiento entre surcos es de 30 cm; la siembra en surcos se puede realizar a mano o con sembradora de grano.

- A la siembra : 50 N; 80 P₂O₅; 50 K₂O kg/ha
 - Mantenimiento : 100 N; P₂O₅; 50 K₂O kg/ha
- En caso de sembrarse asociado con leguminosas no se requiere abonamiento nitrogenado de mantenimiento. (1)


1-A
CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE
LAS GRAMINEAS

Cod. D-3

CARACTERISTICAS	A. ERAGROSTIS CURVULA	B. POA ANNUA
<u>1.7</u> Longevidad de semilla	En clima seco y frío puede conservarse durante 5 años.	En clima seco y frío, dos años.
<u>1.8</u> Manejo y utilización	Se debe dejar sin uso los primeros 6 a 12 meses en campo, con o sin riego para que se establezca bien. Después de este tiempo se puede pastorear o cortar, una vez que la planta esté al inicio de la floración.	Por su sistema radicular superficial, requiere de 12 a 15 meses en campo, con o sin riego para establecerse bien; después de este período se puede cosechar al corte, o ser pastoreado una vez que la planta esté iniciando la floración.
		(1) Para mayor información, consultar el Manual D-14.



CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS GRAMINEAS

Cod. D-3

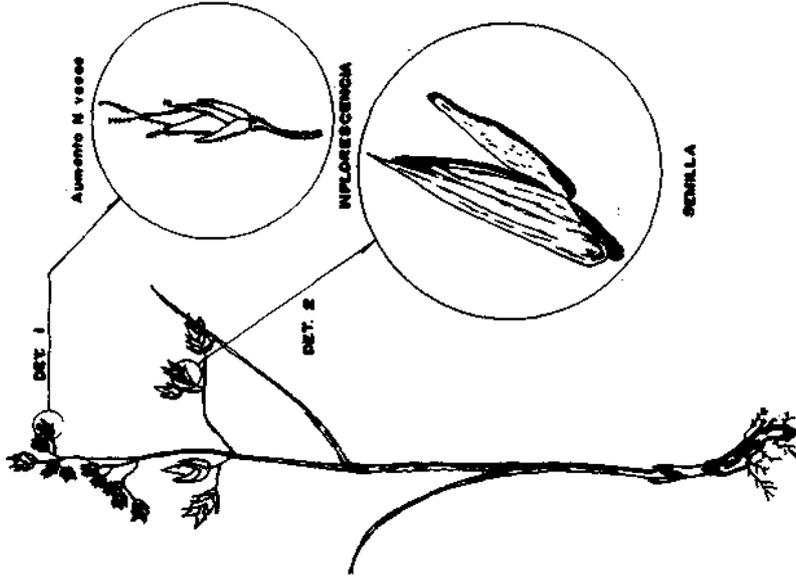
CARACTERISTICAS

BROMUS INERMIS

AGROPYRUM ELONGATUM

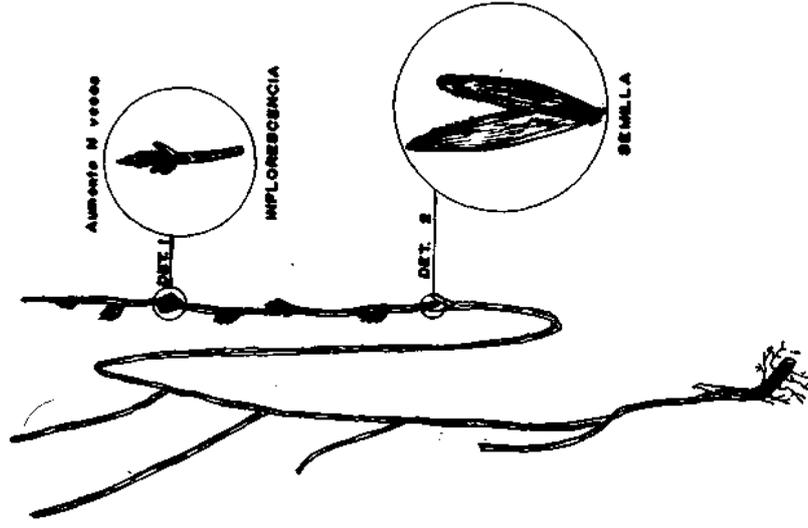
(C.)

(D.)

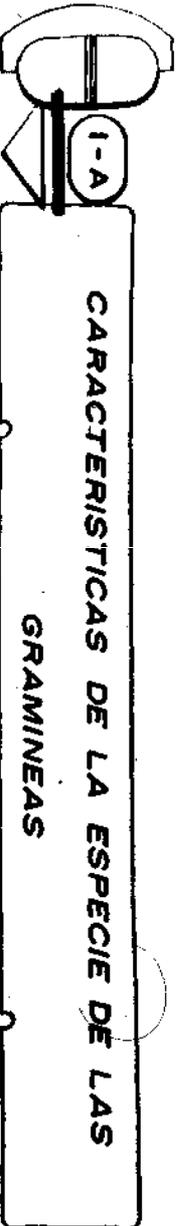


"Cebadilla"

1.1 Nombre Vulgar :



"Agropiro alargada"



Cod. D-3

CARACTERISTICAS

C.

BROMUS INERMIS

D.

AGROPYRUM ELONGATUM

1.2) Características de la

planta.

Especie perenne, rizomatosa y de crecimiento erecto; presenta espiguillas plurifloras, pediceladas, cilíndricas o comprimidas lateralmente. Raquilla articulada arriba de las glumas y entre los antecios. Flores hermafroditas. El fruto es cariópseido alargado, con un surco ventral. Es un género cosmopolita, con unas cien variedades en las regiones templadas, muchas de las cuales son excelentes forrajeras, pero los antecios maduros son punzantes y pueden ocasionar lesiones al ser ingeridos.

- A la siembra : 50 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha
- Mantenimiento : 100 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha/año.

En asociación con leguminosas, no requiere de abonamiento nitrogenado.

Especie perenne, matujosa, vigorosa y de maduración tardía en comparación con otras especies, lo que hace que mientras otras especies están ya remaduras y se hacen poco palatables, el agropiro está en su punto óptimo de consumo.

- A la siembra : 50 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha
- Mantenimiento : 100 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha/año.

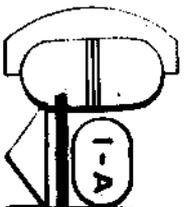
Sembrado en asociación con leguminosas, no requiere abonamiento nitrogenado de mantenimiento.

1.3) Fertilización

**CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE
DE LAS GRAMINEAS**

Cod. D-3

CARACTERISTICAS	C. <u>BROMUS INERMIS</u>	D. <u>AGROPYRUM ELONGATUM</u>
1.4 <u>Densidad de siembra</u>		. Al voleo : 15 Kgs. de semilla/ha, En surcos : con distanciamiento de 30 cms.
1.5 <u>Epoca de siembra</u>		En campos sin riego, al inicio de la estación de lluvias y a más tardar a la media estación. En campos con riego: a mediados de primavera.
1.6 <u>Longevidad de la Semilla.</u>	En condiciones óptimas de clima, seco-frío y buen almacenaje, la semilla puede mantenerse en buenas condiciones de germinación hasta cuatro años.	En climas secos y fríos: aproximadamente tres años.
1.7 <u>Manejo y utilización</u>	Para establecerse bien, bajo riego y sin riego requiere de 06 a 12 meses respectivamente. El momento de corte o pastoreo será a inicio de la floración. El grado de utilización al pastoreo no debe ser mayor del 75 % del follaje, para mantener la población y la máxima producción.	En campos con riego, dejar seis meses como período de establecimiento y doce meses en campos sin riego; luego de este tiempo se puede pastorear o cortar al inicio de la floración. En caso de pastoreo, no usar más del 70 % del follaje.



**CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE
LAS GRAMINEAS**

Cod. D-3

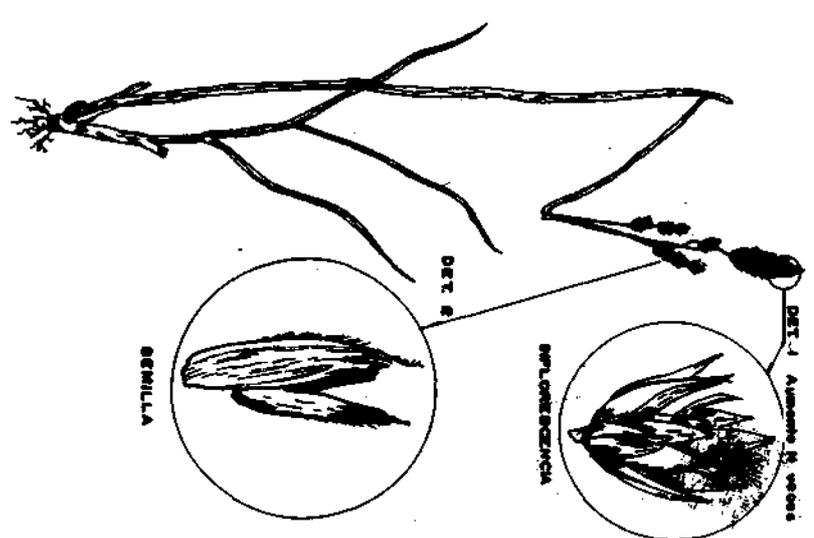
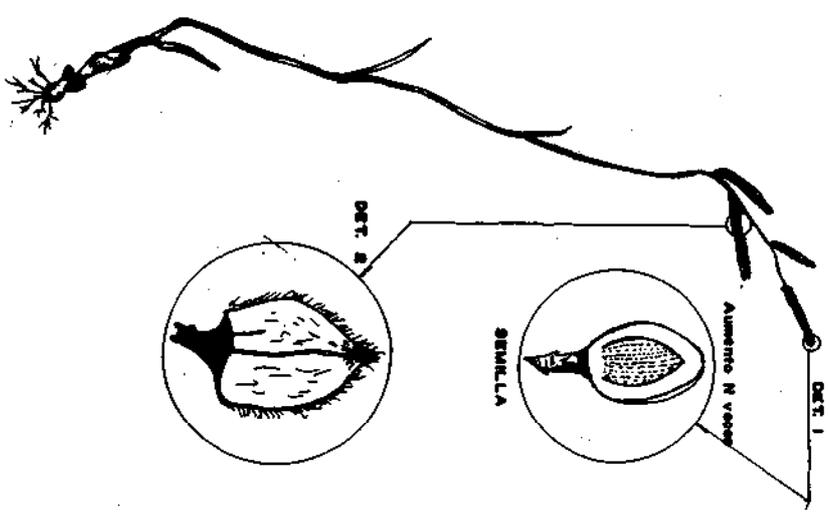
CARACTERISTICAS

E.

PASPALUM RACEMOSUM

F.

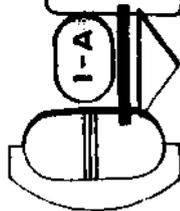
DACTYLIS GLOMERATA



1.1 Nombre Vulgar :

"Malcillo", "Nudillo", "Ñudillo"

"Pasto florón", "Pasto ovillo"



CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS GRAMINEAS

Cod. D-3

CARACTERISTICAS

(E)

PASPALUM RACEMOSUM

(F)

DACTYLIS GLOMERATA

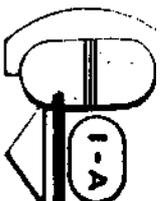
1.2) Características de la planta.

Es una planta anual, glabra; cañas floríferas de hasta 1 mt. de alto, ramificadas en la base, inferiormente decumbentes y radicantes en los nudos. Hojas numerosas con vainas de 4 a 12.5 cms. de largo. Inflorescencia formada por numerosos racimos espiciformes de 1 a 2 cms. de longitud, ascendentes y dispuestos apretadamente a lo largo de un eje.

Epiguillas elípticas, abruptamente punteadas, castaño-rugíneas o pardo-purpúreas, algunas veces pálidas, solitarias, cortamente pediceladas, dispuestas en dos hileras, de 2.8 mm de largo x 1.2 mm de ancho. Probablemente originaria del Perú y Ecuador, y actualmente difundida en otros países. En Cajamarca es muy común en los campos abiertos y pastizales, así como también en los cultivos, en huertos, en jardines, y en rastros o en campos abandonados.

1.3) Variedades

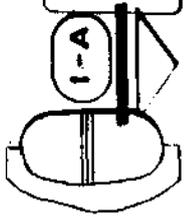
Las más recomendables son: Akaroa, Comercial y Rokilde II.



CARACTERISTICA DE LA ESPECIE DE LAS GRAMINEAS

Cod. D-3

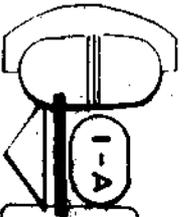
CARACTERISTICAS	E. PASPALUM RACEMOSUM	F. DACTYLIS GLOMERATA
<p>1.4) <u>Epoca de siembra</u></p>		<p>Campos con riego, a media estacion de primavera. Campos sin riego, preferentemente con las primeras lluvias y a más tardar a media estacion de lluvias.</p>
<p>1.5) <u>Fertilización</u></p>		<p>A la siembra : 50 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha Mantenimiento: 100 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha/año/ En asociación con leguminosas, no requiere de abonamiento nitrogenado.</p>
<p>1.6) <u>Longevidad de la semilla.</u></p>		<p>En clima seco y frío las semillas pueden conservarse de tres a cuatro años.</p>
<p>1.7) <u>Clima y Suelo</u></p>	<p>Esta especie está siendo evaluada en zonas de la dera, con pisos ecológicos que van desde los 2650 msnm. a los 3500 msnm. y fundamentalmente en zonas altoandinas que se encuentran al secano. El suelo puede ser de cualquier tipo, para su crecimiento.</p>	<p>Bien adaptada a climas templados y fríos y en alturas comprendidas entre los 2500 y 4000 msnm. Prospera hasta en suelos de mediana fertilidad, con pH de 5 a 7; no tolera suelos muy ácidos, siendo necesario encalar en ciertos casos.</p>
<p>1.8) <u>Densidad de Siembra</u></p>	<p>Al momento al SESA está usando propagaciones por semilla vegetativa a través de esquejes, utili -</p>	<p>Al voleo : 20 Kgs de semilla/ha En Surcos: 15 Kgs de semilla/ha</p>



CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE DE LAS GRAMINEAS

Cod. D-3

<u>CARACTERÍSTICAS</u>	<u>PASPALUM RACEMOSUM</u> (E.)	<u>DACTYLIS GLOMERATA</u> (F.)
<p><u>1.9 Manejo y Utilización</u></p>	<p>zando 1 a 3 esquejes por golpe y con distanciamiento entre plantas, de 30 cms y en tres líneas de 40 cms.</p> <p>Se debe dejar los primeros 12 meses sin uso, tanto para pastoreo como para corte. En las terrazas de banco o bancales, se está utilizando como cobertura vegetal para los taludes a fin de evitar, los procesos de erosión por efecto del agua y viento.</p>	<p>La separación entre surcos es de 25 cms para campo sin riego, y de 35 cms para campo con riego. La siembra en surcos se puede hacer a mano o con sembradora de granos. Requiere terreno bien mullido.</p> <p>En campo con riego, requiere de unos seis meses a partir de la siembra para ser utilizada.</p> <p>En campo sin riego, requiere doce meses para establecerse bien. Después de este tiempo se puede cortar o pastorear, cada vez al inicio de la floración.</p> <p>En clima templado y con riego se puede cortar y/o cosechar con intervalos de seis a ocho semanas.</p> <p>En caso de pastoreo se consumirá un máximo del 75 % del follaje.</p>



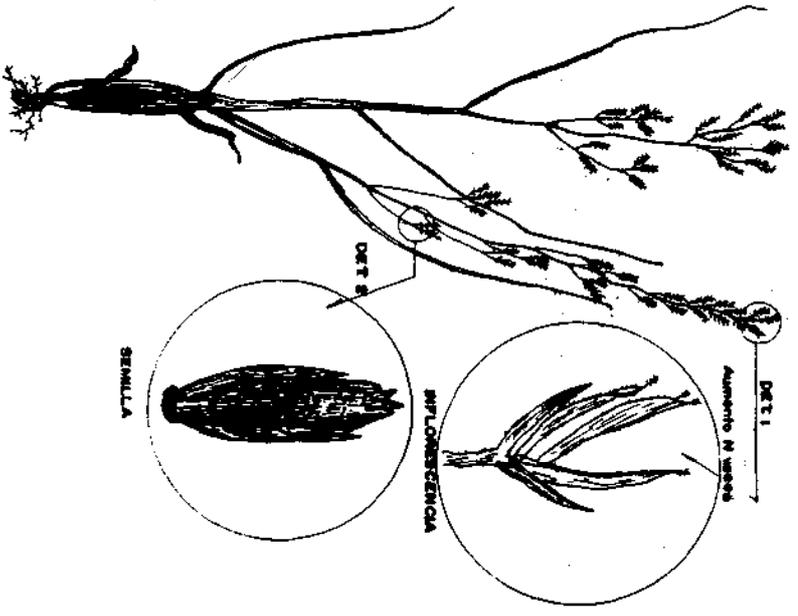
**CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS
GRAMINEAS**

Cod. D-3

CARACTERISTICAS

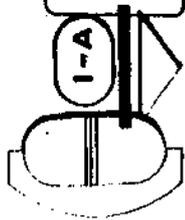
6

FESTUCA ARUNDINACEA VAR. KY 31



1.1 Nombre Vulgar

"Festuca"



CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE DE LAS GRAMINEAS

Cod. D-3

CARACTERÍSTICAS

G. FESTUCA ARUNDINACEA VAR. KY 31

1.2 Características de la planta

Especie perenne, de enraizamiento profundo; crece en matojos, con tallos y hojas numerosas de color verde oscuro.

1.3 Clima y suelo

Bien adaptada a climas templados y fríos; crece en suelos muy variados, desde suelos ácidos hasta suelos alcalinos (pH de 5 a 7). Es una especie de amplia adaptación, que crece bien desde los 2500, hasta los 4200 msnm.

1.4 Densidad de siembra

Al voleo : de 20 a 25 Kgs de semilla/ha.

En surcos: de 15 a 20 Kgs de semilla/ha.

La separación entre surcos es de 30 cms; la siembra se puede hacer a mano o con sembradora de grano. Requiere terreno bien mullido.

1.5 Epoca de siembra

Bajo riego: en primavera.

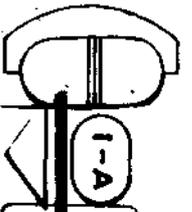
Sin riego : Al inicio del período de lluvias o a media estación de lluvias a más tardar.

1.6 Fertilización

A la siembra : 50 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha.

Mantenimiento : 100 N - 80 P₂O₅ - 50 K₂O Kgs/ha/

año.



**CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS
GRAMINEAS**

Cod. D-3

CARACTERISTICAS	G	FESTUCA ARUNDINACEA VAR. KY 31
<p>1.7 Longevidad de semi - lla.</p> <p>1.8 Manejo y utilización</p>	<p>En la asociación con leguminosas no requiere abo- namento nitrogenado.</p> <p>En clima seco y frío : tres años.</p> <p>En campo con o sin riego, requiere de seis a do- ce meses, respectivamente, para establecerse bien antes de ser utilizada como forraje. Se pue- de usar al pastoreo o al corte, ya sea para heno, ensilado o consumo verde. El momento de utiliza- ción será al inicio de la floración.</p>	

CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS LEGUMINOSAS

ANEXO 1-B

Cod. D-3

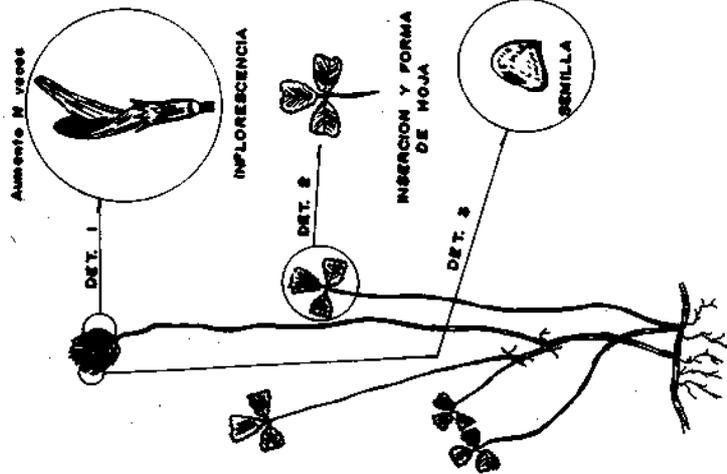
CARACTERISTICAS

TRIFOLIUM REPENS

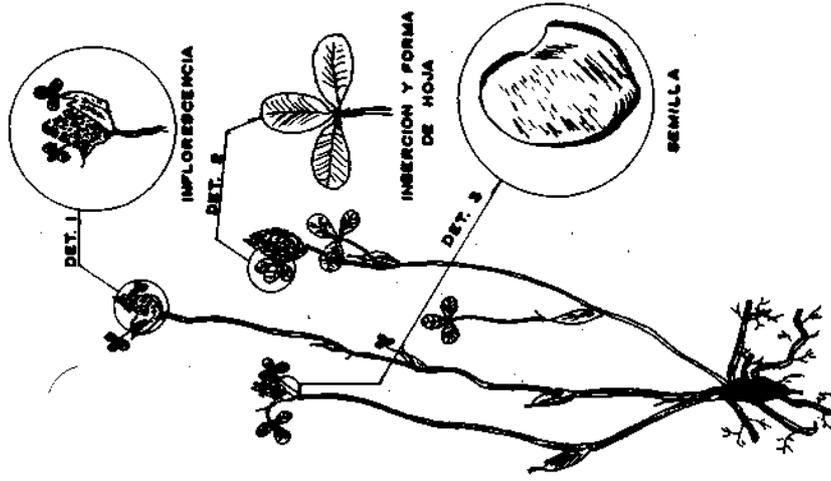
TRIFOLIUM PRATENSE

(A)

(B)

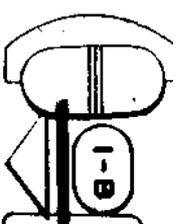


"Trébol blanco", "Trébol rastrero"



"Trébol rojo"

1.1 Nombre Vulgar :



CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS LEGUMINOSAS

Cod. D-3

CARACTERISTICAS

A.

TRIFOLIUM REPENS

B.

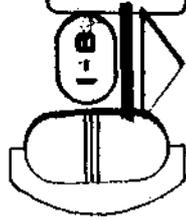
TRIFOLIUM PRATENSE

1.2 Características de la planta.

Planta perenne, caespitosa, rastrera; de tamaño variable, desde pocos a 30 cms de largo. Tallos delgados, ángulos, glabros. Hojas alternas (entre nudos de 1 a 4 cms de longitud), largamente pecioladas, trifoliadas; peciolo glabro, delgado, de 1.5 cms de largo; folíolos digitados, denticulados, emarginados con una mancha blanquecina en forma de "y" en el haz. Flores blancas o blanco-rosado, de 8 a 12 mm de longitud, dispuestas en capítulos multifloros globosos, luego campanula-dos. Semillas acorazonadas amarillas, de 0.9 a 1.2 mm de longitud.

Leguminosa herbácea con numerosos tallos que nacen en la corona; posee numerosas hojas o folíolos por tallo; en general los tallos y hojas son pilosas; los folíolos poseen una coloración blanquecina, característica en el haz; el color de las flores es rojo purpúreo.

Originaria de Europa, cultivada y muy difundida en muchos países y comúnmente naturalizada en todas las regiones templadas del globo. Tiene un desarrollo muy fácil en los campos abiertos y terrenos abandonados e invade las áreas de cultivo, huertos, jardines, donde forma céspedes puros de cierta extensión. Esta leguminosa perenne tiene hábitos de creci-

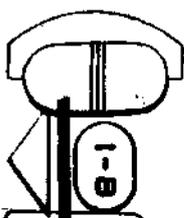


1-B

CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS LEGUMINOSAS

Cod. D-3

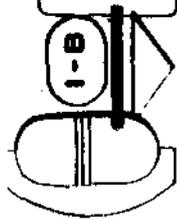
CARACTERISTICAS	TRIFOLIUM REPENS A.	TRIFOLIUM PRATENSE B.
<p><u>1.3</u> <u>Varietades</u></p>	<p>miento postrado; en la base posee corona desde donde nacen los tallos estoloníferos, cuyos nudos en contacto con el suelo emiten raíces de modo que en poco tiempo cubren la superficie del suelo. Las hojas trifoliadas nacen con los nudos de los estolones</p> <p>Común y Latino son las principales variedades para la sierra, cuyo mejor habitat se encuentra sobre los 2500 msnm.</p>	<p>Kenlant y Penscott, para niveles altitudinales de los 2500 a 4200, pudiendo utilizarse también la variedad común</p>
<p><u>1.4</u> <u>Características del Suelo</u></p>	<p>Suelos apropiados son aquellos con buena retención de humedad; tolera suelos ligeramente ácidos (pH de 5.5 a 6.5).</p>	<p>10 Kgs de semilla por hectárea en surcos con 35 cms. de distanciamiento; 12 Kgs de semilla por hectárea en siembras al voleo.</p>
<p><u>1.5</u> <u>Densidad de la siembra</u></p>	<p>Al voleo : 03 Kgs de semilla /ha, mezclada con material inerte, tal como arena, con la finalidad de aumentar el volumen y facilitar la siembra.</p>	<p>Con riego, de octubre a diciembre; en campos sin riego, con el inicio del período de lluvias</p>
<p><u>1.6</u> <u>Epoca de Siembra</u></p> <p><u>1.7</u> <u>Preparación del terreno</u></p>	<p>Por ser la semilla muy pequeña, requiere un buen</p>	<p>Debe mullirse bien el terreno y proceder como</p>



CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS LEGUMINOSAS.

Cod. D-3

CARACTERISTICAS	A. <u>TRIFOLIUM REPENS</u>	B. <u>TRIFOLIUM PRATENSE</u>
1.8 <u>Inoculación</u>	mullimiento del suelo y que se encuentre libre de malezas. Esencial en siembras nuevas y las cantidades vienen indicadas en el envase del inoculante; para el área del SCSA, se emplee Rhizocaj.	en el caso de la alfalfa, si es posible. Esencial en siembras nuevas; las cantidades vienen indicadas en el envase del inoculante.
1.9 <u>Fertilización</u>	A la siembra : 10 N; 100 P ₂ O ₅ ; 50 K ₂ O Kgs/ha Mantenimiento: 00 N; 100 P ₂ O ₅ ; 50 K ₂ O Kg/ha/año	Siembra : 10 N , 100 P ₂ O ₅ ; 50 K ₂ O Kgs/ha Mantenimiento: 00 N; 100 P ₂ O ₅ ; 50 K ₂ O Kgs/ha/año.
1.10 <u>Longevidad de la semilla.</u>	En climas secos y fríos, aproximadamente tres años.	En clima frío y seco, aproximadamente tres años.
1.11 <u>Cosecha</u>		Sea cual fuere la forma de utilización, se cosechará al inicio de la floración.
1.12 <u>Manejo y utilización</u>	No es conveniente cosechar al primer año, para permitir un buen establecimiento en campos sin riego. A partir del segundo año se puede utilizar al corte o al pastoreo, cuando está en plena floración. En campos con riego es posible cosechar el pri-	Preferentemente se utiliza al corte para consumo verde, para heno o ensilado. En caso de uso al pastoreo se debe realizar en forma rápida y uniforme. Además puede utilizarse muy eficientemente en rotación de cultivos.



CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS

LEGUMINOSAS

Cod. D-3

<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>TRIFOLIUM REPENS</u>	<u>TRIFOLIUM PRATENSE</u>
<p><u>1.13</u> Clima y suelos</p>	<p>A.</p> <p>mer año, cuando las plantas hayan alcanzado 15 centímetros de altura. Es muy recomendable para asociarlas con gramíneas.</p>	<p>B.</p> <p>Prefiere clima templado a frío; suelos bien drenados y fértiles y con buena capacidad retentiva de humedad; tolera suelos ligeramente ácidos con pH 6.5</p>

I-B

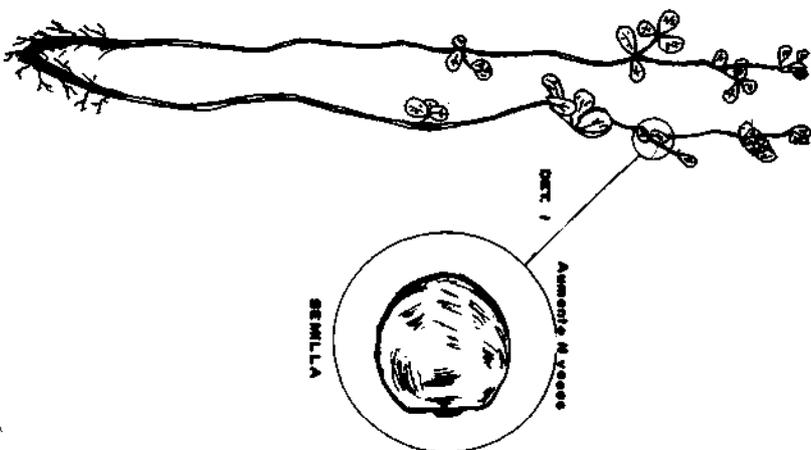
**CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS
LE GUMINOSAS**

Cod. D-3

CARACTERISTICAS

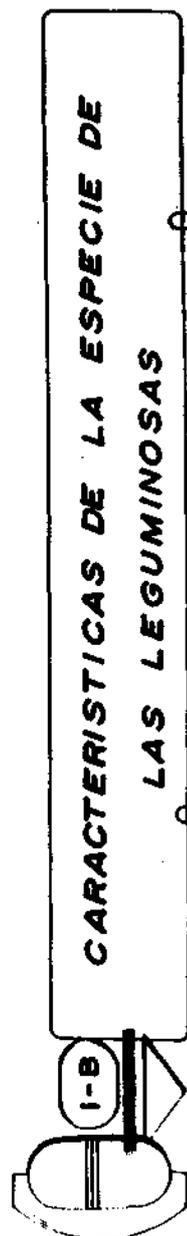
C.

LOTUS CORNICULATUS



1.1 Nombre Vulgar:

"Loto", "Cuernecillo Común"



**CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE DE
LAS LEGUMINOSAS**

Cod. D-3

CARACTERÍSTICAS

LOTUS CORNICULATUS

1.2) Características de la planta

Es una leguminosa perenne, herbácea, de lento establecimiento. Las hojas son sédiles con cinco foliolos; tiene raíz pivotante bien desarrollada; es una especie que crece en matojos, pero se extiende sobre la superficie del suelo cubriendo cierta extensión de la misma; algunas ramas crecen en forma semirrecta; las flores son de color amarillo o rojo.

1.3) Variedades

Granger y Viking, adaptados a zonas de sierra comprendidas entre los 3500 y 4200 msnm

1.4) Características Vegetales

Son de lento establecimiento, pero con el tiempo cubren bien el suelo. Por la profundidad y desarrollo de sus raíces resiste la deficiencia de humedad. Resistente así mismo a las heladas.

1.5) Clima y suelo

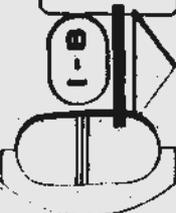
Requiere clima templado y frío. Necesita suelos medianos con buen drenaje, pero se adapta a los pobres donde otras leguminosas no prosperan. Tolera suelos entre ácidos y ligeramente ácidos

(pH 5.5)

1-B
CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE DE LAS
LEGUMINOSAS

Cod. D-3

CARACTERISTICAS	C LOTUS CORNICULATUS	
1.6 <u>Densidad de siembra</u>	En surcos : 06 Kgs/ha Al voleo : 08 Kgs/ha	
1.7 <u>Época de siembra</u>	Con riego, de octubre a diciembre Sin riego, al inicio del período de lluvias	
1.8 <u>Preparación del terreno</u>	Requiere buen mullimiento del suelo y que éste se encuentre exento de malezas, lo cual es muy importante por ser de lento establecimiento.	
1.9 <u>Inoculación</u>	Esencial en siembras de campos nuevos. Las cantidades se indican en los envases de los inoculantes al SESA está utilizando Rhizocaj, producto elaborado por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Caxamarca (1).	
1.10 <u>Fertilización</u>	A la siembra : 10 N - 100 P ₂ O ₅ - 50 K ₂ O Kgs/ha Mantenimiento : 00 N - 100 P ₂ O ₅ - 50 K ₂ O Kgs/ha/año.	
1.11 <u>Manejo y utilización</u>	El primer año de la siembra se deja sin utilizar para permitir un buen establecimiento, pudiendo ser cortado o pastorearse a partir del segundo año.	(1) Para mayor información consultar Manual D-14

 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE DE LAS LEGUMINOSAS		Cod. D-3	
CARACTERÍSTICAS	LOTUS CORNICULATUS	<p>año. Se procederá a su utilización al inicio de la floración.</p> <p>En buenas condiciones de clima fresco y seco, de 06 a 08 años.</p>	
<p>1.12 <u>Longevidad de la semilla</u></p>			

ANEXO 2

**FORMULARIO PARA DISEÑO DE
UN ENSAYO EXPERIMENTAL PARA
LA INSTALACION DE PASTURAS**

Cod. D-3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA;
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y
FORESTALES

CENTRO DE INVESTIGACIONES;
SERVICIO SILVO AGROPECUARIO.
SESA - CAJAMARCA

- ①. PROYECTO Nº ②. SUB PROYECTO Nº.....
- ③. PROYECTO DE LINEA : "Establecimiento de Especies y Variedades Forrajeras con Fines de Evaluación"
- ④. SUB PROYECTO : "Jardín Agrostológico de Gramíneas y Leguminosas el Guitarrero"
- ⑤. RESPONSABLE (s) DEL SUB PROYECTO.
Ingeniero:.....
Técnico:
- ⑥. LUGAR DE EJECUCION ⑦. FECHA DE INICIO ⑧. DURACION ESTIMADA
Centro Demostrativo 02 - 01 - 85 • Temporal
"El Guitarrero" • Indefinida x
- ⑨. ENTIDADES COOPERATIVAS :
a.-
b.-
c.-
- ⑩. OBJETIVOS DEL SUB-PROYECTO :
a. Evaluar en forma preliminar el comportamiento de las especies o variedades forrajeras que se adapten a la zona de influencia.
b. Determinar las especies o variedades de mayor rendimiento y calidad forrajera.
c. Mantener material vivo para ensayos comparativos y propagaciones posteriores.
- ⑪. ANTECEDENTES:
Se hace referencia a:
• Instituciones que trabajan en experimentación con pastos y los diferentes jardines agrostológicos de la Universidad.
• Resultados generales conocidos y las posibles interrelaciones con el sub-proyecto.

- . Otros aspectos inherentes

12. ESPECIES CONSIDERADAS EN EL SUB-PROYECTO

<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>
(a) <u>Gramíneas</u>	
. Agropiro	. Agropyrum smithu
. Andropogen	. Andropogen gerardi
. Pasto llorón	. Eragrostis cúrvula
(b) <u>Leguminosas</u>	
. Alfalfa	. Medicago sativa vdr. Pallasquina.
. Trébol blanco	. Trifólium repens

13. DISPOSICION EXPERIMENTAL : DISEÑO SISTEMATICO

- (a) Parcelas randomizadas sin recepciones
- (b) Largo de parcela 5 m.
- (c) Ancho de parcela 3 m.
- (d) Area de parcela 15 m².
- (e) Distanciamiento entre surcos 0.50 m.
- (f) Número de surcos por parcela 6
- (g) Distanciamiento entre parcelas 1 m.

14. PLAN DE EJECUCION

- (a) Muestras de suelos para análisis
- (b) Preparación del terreno: aradura cruzada y mullimiento uniforme
- (c) Nivelación y parcelamiento del terreno
- (d) Abonamiento: establecer de acuerdo al resultado de los análisis de suelo.

Recomendaciones Generales.

- Para Gramíneas:

- . 50 N - 80 P - 50 K, a la siembra.
- . 50 N - 00 P - 00 K, después de cada corte

- Para leguminosas:

- . 20 N - 100 P - 50 K, a la siembra.
- . 00 N - 100 P - 50 K al año, para mantenimiento.

- e. Siembra:
 - . En surcosAl voleo Otros
 - . Densidad de siembra: según anexo N° 1
 - . Prueba de pureza:
 - . Poder germinativo:
 - . Distribución y cobertura de la semilla: lo más uniforme.
- f. Riegos: se efectuarán de acuerdo a las condiciones climáticas y de suelo (debe quedar registrado en este formulario de diseño).
- g. Deshierbo : se mantendrá el campo limpio para evitar la competencia de malezas.
- h. Corte : el corte del forraje verde se efectuará al inicio de la floración: 10 %.

15. OBSERVACIONES POR REGISTRAR

- a. Historia de campo
- b. Muestreo y análisis de suelo
- c. Fecha de preparación del terreno
- d. Fecha de siembra o de plantación
- e. Fechas de corte y control de producción
- f. Control (es) sanitario (s)
- g. Número y fecha de riego y deshierbos
- h. Altura de la planta al momento del corte
- i. Producción del forraje verde (kg/Ha)
- j. Materia seca
- k. Velocidad de rebrote y recuperación
- l. Floración
- m. Producción de semilla
- n. Adaptación a las condiciones del suelo y otros factores climáticos como temperatura, precipitación pluvial, heladas, etc.
- o. Temperaturas registradas
- p. Precipitaciones registradas
- q. Vigor inicial
- r. Competencia con malezas y especies nativas o naturalizadas
- s. Persistencia

16. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

(De acuerdo al diseño utilizado)

17. ELEMENTOS MATERIALES, EQUIPO NECESARIO Y COSTOS POR HA.

(Ejemplo)

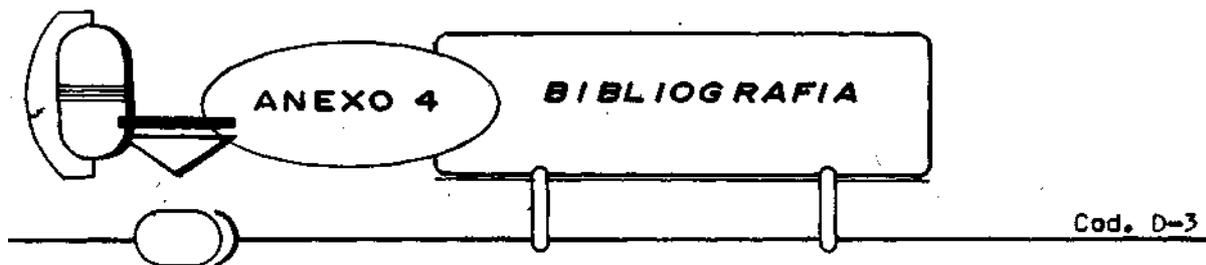
<u>PRODUCTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
<u>Semillas</u>			
Laguminosas	5 Kg	-----	-----
Gramíneas	15 Kg	-----	-----
<u>Abonos</u>			
Urea 50 % (N)	300 Kg	-----	-----
Superfosfato de calcio simple 20 %			
P ₂ O ₅ (P)	180 Kg	-----	-----
Cloruro de potasio			
60 % K ₂ O (K)	75 Kg	-----	-----
<u>Otros Productos</u>			
Tableros de identificación (10 x 15 cms)	400 Unid	-----	-----
Tablero grande (80 x 40 cms)	10 Unid	-----	-----
<u>Bolsas de papel</u>			
Nº 8	2400 Unid	-----	-----
Bolsas de plástico	800 Unid	-----	-----
Estacas	50 Unid	-----	-----
Cordel	50 mt	-----	-----
<u>Preparación del terreno</u>			
En horas yunta	30 horas	-----	-----
<u>Jornales Total</u>	480 Jornl		
<u>Parcelamiento, siembra y abonamiento</u>			
Deshierbo	100 Jornl	-----	-----
Corte	160 Jornl	-----	-----
Riegos	120 Jornl	-----	-----
<u>SUB TOTAL \$/</u>			
<u>Imprevistos</u>	10 % del total		
<u>TOTAL \$/</u>			

ANEXO 3 GLOSARIO DE TERMINOS

- 1). Area útil.- Es la extensión de terreno de uso efectivo en la instalación del experimento, descontando los bordes, acequias, calles, etc.
- 2). Análisis bromatológico.-Es un conjunto de procedimientos de análisis químicos, que permite determinar los porcentajes de nutrientes existentes en una muestra.
- 3). Capacidad de Uso Mayor.-Es la característica de los suelos, considerado su capacidad para la producción agrícola.
- 4). Corte diferencial.-Es una práctica cultural que consiste en realizar el corte de una especie, dejando que continúe su crecimiento la otra.
- 5). Champa.- Con este término se denomina a, un agregado voluminoso de suelo húmedo y conteniendo pasto,
- 6). Época de Secano.- Se denomina al período comprendido entre abril a octubre, en los andes, donde hay ausencia de lluvias.
- 7). Matojosa.- Es la característica que presenta algunas especies de pastos, de emitir nuevas plantas en su base, formando matas.
- 8). Minga.- Es una costumbre tradicional de participación de los miembros de una comunidad en los trabajos de producción o infraestructura, a cambio se retribuye con alimentación.
- 9). Parcela Testigo.- Es aquella en donde no se realiza ningún tratamiento y sirve para comparar los resultados con las parcelas del experimento.

- 10). Prueba de pureza.- Es una operación que consiste en someter a la semilla a un proceso de selección para verificar su porcentaje de pureza varietal. De una muestra se descuentan las impurezas, residuos, semillas de diferente especie, etc.
- 11). Persistencia.- Es la capacidad de los pastos para soportar el uso y manejo, al corte o al pastoreo.
- 12). Poder germinativo.- Es un índice que indica el porcentaje de semillas germinadas de una especie.
- 13) Rendimiento de materia seca.- Es un índice que indica el porcentaje de materia seca libre de humedad, luego' de que la muestra ha sido sometida a tratamiento en una estufa, a una temperatura de 105°C durante 24 horas.
- 14). Repetición.- Es el número de experimentos similares, que se efectúan con fines de comparación dentro de cada tratamiento.
- 15) Suelo Mullido.- Es la característica que deben presentar los suelos para recibir la semilla, debiendo presentar una superficie nivelada y finamente trabajada.
- 16) Terrones.- Se denomina así a los agregados de mayor volumen, que se originan como consecuencia de la roturación de los terrenos.
- 17) Tratamiento experimental.- Es el conjunto de prácticas y procedimientos que se diseñan con fines experimentales, en una parcela o varias parcelas.
- 18) Valor Cultural.- Es un coeficiente que expresa el conjunto de cualidades de una semilla, tales como: poder germinativo, energía germinativa y pureza.

- 19 Velocidad de germinación.- Es un índice que expresa el número de semillas germinadas en determinado tiempo.
20. Vigor Inicial.- Es la capacidad de crecimiento de las pasturas en su primer período de crecimiento.



1. Aguirre Andrés J. "Suelos, Abonos y Enmiendas", Edit. Dossat-Madrid - 451 pág. 1965.
2. Apecona. "Resúmenes del I Congreso Nacional de Controladores de Maleza" - 55 pág. 1972.
- (3) A.I.D "El Encalanado de los Suelos", Boletín Técnico 18 pág. 1984.
- (4) Asociación de Especialistas e Investigadores Forrajeros del Perú. "Noticias forrajeros" - 6 pág. 1976.
- (5) Burkant, Arthur. "Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas", Edit. Acme-Argentina. 1974.
- (6) Baumgardt, B.R. - M.W. Taylor y J.L.Cason. "Evaluation of Forrage in the Laboratory - Parte II" - Edit. Dairy Sci. 45:62 - 1970.
- (7) Becker M. "Análisis y Valoración de Piensos y Forrajes" -Edit. Acribia. 209 pág. 1960.
- (8) Boden S.M. "Técnica de la Henificación Acelerada" Edit. Acribia. 135 pág. 1965.
- (9) Boletín CIPA IX - Cajamarca - PRODAC. "El abonamiento de Pas-tos" pág. 11.1982.
- (10) Boletín CIPA IX - Cajamarca - PRODAC. "El Control de Malas hierbas en Pastos y forrajes", pág. 18. 1982.
- 11) Centro Regional de Ayuda Técnica. "22 Plantas Tóxicas para el Ganado" - A. I. D. Mexico - Buenos Aires, pág 62. 1974

- 12) Cocharan. William. G.M. - COX. "Diseños Experimentales" -A. I. O. 661 pág. 1965.
- 13) Echevarría M.R. Soikes. K.C. Beeson v 3. Kalinowski. "Com-posición Química de los Forrajes de 3unín" - Edit. Anales Científicos 1970.
- 14) Hinz Ellenbsrg "Desarrollar sin Destruir" - Edit. Institu-to de Ecología de la Paz - Bolivia. 55 pág 1981.
- 15) Granados P. Cecilio "Fundamentos de Estadística" Universi-dad Nacional de Cajamarca. 125 pág. 1975
- 16) Kli8tsch. Clemens. "Producción de los Forrajes" - Edit. Acribia - España 2da. Edición 1962.
- (17) Lambert 3. "Determinación de los pastos de la Pradera y su Estudio Vegetativo" - Laboratoire d'Ecologie des Praires - Micham-pas. 16 pág. 1971
- (18) Manuales Edición Agropecuaria. "Cultivos Forrajeros" Edit. Trillas Mexico, pág. 80 1984.
- (19) Morrison F.B. "Compendio de Alimentación del Ganado" Edit. Uteha. pág. 721 1973
- 20) Sánchez Z. Pablo. "Aprovechamiento de las Laderas de los Valles Interandinos" - Proyecto 03. Pág. 6 - 1972.
- 21) Schopflocher. Roberto. "Enciclopedia Agrícola Práctica" Edit. El Ateneo - Argentina, pág. 604 - 1963.
- 22) Zirena D.. José y De la Peña S. Edévaly. "Manejo de Suelos" - Universidad Nacional de Cajamarca. pág. 125 - 1975.