

SUELOS, SIEMBRAS Y EL USO DE FERTILIZANTES

**- UN MANUAL PARA TRABAJADORES
DEL DESARROLLO -**

**Preparado por
David Leonard
Bajo contrato con el Cuerpo de Paz**

4ta. Edición en Inglés, Revisada y Aumentada por el Autor

Octubre 1986

**1ra. Edición en Español
Corregida, revisada y editada por el Cuerpo de Paz/Paraguay,
con el permiso del autor.**

Junio, 1990

Impreso por

CUERPO DE PAZ

**Colección Informativa e Intercambio
Noviembre 1986**

ACERCA DE ESTE MANUAL

Suelos, Siembras y el Uso de Fertilizantes es un manual orientado al campo y pensado para el uso por generalizadores y especialistas agrícolas que trabajan con agricultores y horticultores de recursos limitados. También es útil como libre texto de uso práctico para alumnos de colegios y universidades, en programas de estudios agrícolas.

Esta 4ta. edición es dos veces más amplia que la 3ra, y es completamente nueva en muchos aspectos:

- * Se ha reorganizado para mejor comprensión y legibilidad.
- * Está más orientada hacia la extensión y con mayor énfasis para los agricultores de recursos limitados.
- * Promueve una “red-técnica” y experimentación a nivel básico. Un apéndice nuevo se ha dedicado a fuentes de apoyo técnico.
- * Refleja los últimos progresos de la tecnología, basados en investigaciones y experiencias de campo en muchos países del Tercer Mundo.
- * El capítulo de Fertilizantes Orgánicos se ha revisado notablemente y ampliado para incluir información detallada sobre la elaboración de abonos, estiércol de animales, té de estiércol, estiércol verde y siembras protectoras.
- * Esta edición usa el sistema métrico por dos razones: Primera, es el sistema oficial de medición en muchos países del Tercer Mundo. Segunda, en la mayoría de los cálculos matemáticos, especialmente la metemática de fertilizantes, que son mucho más sencillos y rápidos usando el sistema métrico.

Cómo Usar Este Manual

En primer lugar, no se deje intimidar por el tamaño del Manual, especialmente si usted es un generalizador con poca o ninguna experiencia agrícola. A continuación hay algunas sugerencias para usar eficazmente la información contenida en el mismo:

- * Empezar por ver la Tabla de Contenidos para saber qué temas se tocan y cómo está organizada.
- * Notar que el Manual tiene un índice detallado para la mejor accesibilidad a la información.
- * No olvidar la sección apéndice. Contiene informaciones muy útiles, pero que se olvidan fácilmente si no se tienen en cuenta.

* Si usted tiene poca o ninguna experiencia agrícola, le insto a que lea el Manual desde el comienzo hasta el fin. Si es agrónomo u agricultor, le podría ser más útil buscar información en el Índice.

Un Pedido De Comentarios

Apreciaría escuchar sus comentarios y sugerencias acerca de este Manual. También tengo interés en aprender otras prácticas de manejo de suelos y uso de fertilizantes que han tenido éxito entre agricultores de recursos limitados en su área.

David Leonard
P.O. Box 559
Fregmore, SC 29920
EE.UU.

RECONOCIMIENTOS

Me gustaría reconocer el apoyo valioso de las siguientes personas quienes ayudaron a producir este Manual:

Phil Janes, Especialista del Sector Agrícola (Cuerpo de Paz/ Washington), cuyo apoyo inicial a este proyecto fué imprescindible para la mayor parte de lo que fue posible hacer.

Rick Record, Especialista del Sector Agrícola (CP/W) quien revisó los borradores y la copia final, haciendo muchas recomendaciones útiles, técnicas y estilísticas.

Denna Frelick, ex-Directora de PC/ICE, quien revisó el primer borrador e hizo numerosas sugerencias útiles.

David Thomas, PC/ICE Director del Proyecto de este Manual, quien aceleró el proceso de revisión y también revisó los borradores y la copia final.

Mi esposa, Susan, quien pasó muchas y largas horas dibujando las ilustraciones.

David Leonard

La traducción en español fué revisada y corregida por la traductora Sarah Appleyard Recalde.

INDICE

Acerca de este Manual
Cómo usar este manual
Recomocimientos

PARTE I: MANEJO FISICO DEL SUELO

- CAPITULO 1 - HACIA LA TIERRA: Algunos Conocimientos Básicos Importantes del Suelo
- CAPITULO 2 - RESOLVIENDO PROBLEMAS FISICOS DEL SUELOS
- CAPITULO 3 - METODOS BASICOS PARA LA CONSERVACION DEL SUELO
- CAPITULO 4 - PREPARACION DE LOS ALMACIGOS: Dando a las Siembras un Buen Comienzo
- CAPITULO 5 - REGANDO VERDURAS: ¿Cuándo? ¿Con qué Frecuencia? ¿Cuánto?

PARTE II: MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

- CAPITULO 6 - FERTILIDAD DEL SUELO SIMPLIFICADA: Fertilidad del Suelo y Nutrición
- CAPITULO 7 - EVALUANDO LA FERTILIDAD DEL SUELO
- CAPITULO 8 - USANDO FERTILIZANTES ORGANICOS Y CONDICIONADORES DEL SUELO -¿Qué son los Fertilizantes Orgánicos?
- CAPITULO 9 - USO DE FERTILIZANTES QUIMICOS
- CAPITULO 10 - GUIA DE FERTILIZANTES PARA SIEMBRAS ESPECIFICAS
- CAPITULO 11 - AÑADIENDO CAL AL SUELO

CAPITULO 12 - PROBLEMAS DE ALCALINIDAD Y SALINIDAD

APENDICE

INDICE

CONTENIDO DETALLADO DE LOS CAPITULOS

PARTE I: MANEJO FISICO DEL SUELO

1. HACIA LA TIERRA: Algunos Conocimientos Básicos Importantes del Suelo

¿Qué es el Suelo?

¿Por Qué Varían Tanto los Suelos?

Suelo Superior vs Subsuelo

El Subsuelo

El Papel del Subsuelo

El Lado Mineral del Suelo: Arena, Cieno y Arcilla

Arena

Cieno

Arcilla

No todas las arcillas son iguales

Distinguiendo Suelos “Tropicales” de “Templados”

Reconociendo suelos "Tropicales"

Extensión de los suelos tropicales en los trópicos

Materias Orgánicas - El mejor Amigo del Suelo

La materia orgánica hace maravillas al suelo, PERO es difícil mantenerlo

Manteniendo o aumentando la materia orgánica del suelo por el lado feliz

Algunas sugerencias para animar el reemplazo sano de materia orgánica del suelo

El Papel de los Microbios del Suelo

2. RESOLVIENDO PROBLEMAS FISICOS DEL SUELO

Conociendo los Suelos de su Area

Cómo Evaluar y Analizar Problemas Físicos de un Suelo

Color del Suelo

Textura del Suelo

La textura usualmente varia con la profundidad

Tabla 2-1: Clases de tectura de suelos

Averiguando la textura del suelo en el terreno

Tabla 2-2: Determinando la textura del suelo en el campo

Las ventajas y desventajas de los suelos arenosos, cenagosos y arcillosos

¡Tenga cuidado de no generalizar demasiado!

¿Es importante la fertilidad natural?

Cómo mejorar los suelos arenosos o arcillosos

Condición Física del Suelo

¿Qué influye en la condición física?

La condición física de un suelo no es estática

¿Cómo mantener o mejorar la condición física del suelo?

Capacidad del Suelo de Almacenar Agua

Cómo los suelos almacenan agua

No toda el agua del suelo está disponible para las plantas

La diferencia entre capacidad para almacenar agua y desagüe

Como la textura del suelo y la materia orgánica influyen sobre la capacidad para almacenar agua

Tabla 2-3: El efecto de la textura del suelo sobre la capacidad para almacenar agua

Capacidad para almacenar agua y penetración de agua

Desagüe o Drenaje

Cómo notar problemas de desagüe

Cómo probar el suelo para el mal desagüe

Manejando los problemas de desagüe

Los sembreros tienen problemas especiales de desagüe

Profundidad del Suelo

Profundidad Real vs Utilizable

El Valor de las Raíces Profundas

Cómo Alentar Raíces más Profundas

Pendiente o Declive del Suelo

3. METODO BASICO PARA LA CONSERVACION DEL SUELO

Erosión por la Lluvia:

Los Efectos de la Erosión Por la Lluvia

Mecanismos de la Erosión del Suelo Por la Lluvia

Magnitud de las pérdidas canalizadas de la erosión por lluvia

Factores Intervinientes en la Erosión por la Lluvia

Interferencia humana

Pendiente

Medición de declive

Lluvia

Condición del suelo

Tabla 3-1: Pérdida anual del Suelo

Técnicas Para Combatir la Erosión Por la Lluvia

Motivando a agricultores a adoptar prácticas de conservación del suelo
Resumen de algunos métodos comunes de control de erosión causada por la lluvia
Métodos comunes de conservación del suelo
Cubiertas del suelo
Labrar y plantar en contorno
Sembrar en franjas de contorno
Sistema de badenes y bancos de contorno
Murallas de piedras
Terrazas
Revisión a Forraje permanente o bosque
Algunas formas útiles para controlar la erosión por lluvia

Cómo Medir la Pendiente del Terreno

Conocimientos básicos sobre la pendiente del terreno
Como usar un nivel de pita para medir la pendiente del terreno

Cómo Planear Líneas de Contorno

Un artefacto casero para determinar líneas de contorno
Fabricación y calibración de un Armazón A
Planeando líneas de contorno con un Armazón A

Cómo Planear un Sistema de Badenes y Bancos de Contorno

Cómo incluir una pendiente de 0.5% al contruir un Armazón A
Para un Armazón A con plomada
Para un Armazón A ajustado
Para un Armazón A con nivel de carpintero

El Sistema de S.A.L.T Para Manejar Erosión Por Lluvia

Algunas limitaciones de la leucaena
Algunas guías para terrazas de bancos (o escalones)
Formación natural de terrazas de bancos
Algunas guías para escavar terrazas de bancos
Como mantener sobre la superficie del suelo superior al construir terrazas de bancos

Erosión por el viento:

La Mecánica de la Erosión por el Viento

Combatir la erosión por el viento

Rompevientos

Promoviendo rompevientos
Consideraciones para diseñar rompevientos
Establecimiento y manejo de rompevientos

4. PREPARACION DE LOS ALMACIGOS -Dando a las Siembras un Buen Comienzo-

El Qué y Por Qué de la Labranza

Equipo Común de Labranza

Herramientas manuales:

- Arado de madera
- Arado de molinete
- Arado de disco
- Arado rotativo
- Trailla de disco

Los Arbustos del Cultivo y Como Evitarlos

El almácigo ideal

Construyendo el Almacigo Apropriado a la Siembra, Suelo y Clima

- Qué tipo de almacigo
- Almacigos planos
- Almacigos lebantados
- Almacigos hundidos
- ¿Hasta qué profundidad se debe labrar la tierra?
- ¿Cómo de ancho los almacigos?
- ¿Hasta qué profundidad labrar la tierra?
- ¿Cómo de Ancho los Almacigo?

Algunas Prácticas Utiles Para la Producción Intensiva de Verduras

- Diseño de almacigo para la producción Intensiva de Verduras
- El diseño de Almacigos-y-Pasadizos

Cavando-doble

Cómo Manejar de Suelos Arcillosos

Cómo Manejar Problemas de Suelos con Costras

Cómo Hacer una Mezcla de suelos para cajones de semillas

5. REGANDO VEDURAS: ¿Cuándo? ¿Con qué frecuencia? ¿Cuánto?

Vale la Pena Usar Prudentemente el Agua

Algunos Errores Comunes del Riego

Una nota sobre el riego durante el día

Tome Tiempo para Aprender los Conocimientos básicos del Riego

- Como se usa o se pierde agua
- Factores del suelo que afectan la necesidad de agua
- Factores del tiempo que influyen sobre la necesidad de agua
- Factores de la siembra que influyen sobre la necesidad de agua
- Tabla 5-1: Profundidad de las raíces de las siembras cuando no existen obstáculos para la penetración

¿Cuánta Agua Requieren las Planas y con qué Frecuencia?

- Con qué frecuencia regar
- Con qué frecuencia regar antes de que emerjan los plantones
- Algunos ejemplos prácticos de la frecuencia del riego

Cómo saber cuando las plantas necesitan agua
Dos pruebas para determinar si se necesita regar
Midiendo hasta que profundidad ha penetrado
Tomando en cuenta la lluvia
¿Qué hay del pre-riego?
Algunos Métodos para Mejorar la Eficiencia del Uso de Agua

PARTE II: MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

6. FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION DE PLANTAS SIMPLIFICADA

Un Punto de Vista Práctico

Hagamos a un Acuerdo

Cómo crecen las plantas

Fotosíntesis: cómo forman las plantas comida y tejidos

Una nota sobre las plantas "C4"

¿Entonces, dónde se incluyen los nutrientes de las plantas?

Formas Disponibles vs No Disponibles de Nutrientes Minerales

Carga Negativa del Suelo y Capacidad para Almacenar

Nutrientes

Factores influyentes sobre pérdidas por filtraciones

¿Cómo ayuda la carga negativa al suelo a almacenar nutrientes?

Tabla 6-1: Algunos nutrientes comunes de plantas y su susceptibilidad al plantarse

¿Qué hay sobre el fósforo?

Cómo se mide la carga negativa del suelo: C.I.C.

Tabla 6-2: La capacidad relativa para intercambiar cationes que tienen las partículas de arcilla y humus

Tabla 6-3: Variaciones típicas de la capacidad para intercambiar cationes entre suelos

PH del y Como Influye en el Crecimiento de las Plantas

La escala de PH en logarítmica

¿Por qué varían tanto los PH entre los suelos?

¿Por qué preocuparse por el PH del suelo?

¿Cómo el PH del suelo influye en el crecimiento de las siembras?

¿Cómo se puede medir el PH del suelo?

¿Cómo se puede cambiar el PH del suelo?

Datos Importantes acerca de los Nutrientes de las Plantas

Macronutrientes

Micronutrientes

Macronutrientes vs Micronutrientes

Tabla 6-4: Cantidad de nutrientes necesarios para producir

9000 kf de Maíz descascarado

Los "Grandes 3": N, P y K:

Nitrógeno

Nitrógeno

Las siembras varían en sus necesidades de N

¿Qué hay sobre las necesidades de N para legumbres?

Los efectos del demasiado N

Como el N se comporta en el suelo

El N disponible se pierde fácilmente a través de filtraciones

Reduciendo las pérdidas por filtrado

Denitrificación: otro método que se pierde N

Sujeción temporal de N por residuos de siembras

Fósforo

Las deficiencias de fósforo son comunes

Sujeción (fijación) de fósforo

La retención temporal de P por descomposición de residuos de siembras

Como minimizar los problemas de retención de P

La buena noticia: ¡El P no se filtra!

Potasio

Las deficiencias con menos comunes

Las necesidades relativas de K para las siembras

Consumición de lujo de K

Los problemas de sujeción de K no suelen ser graves

Las pérdidas de K por filtraciones suelen ser pequeñas

Reciclaje de K

El equilibrio de potasio/magnesio

Los Micronutrientes secundarios (Ca, Mg y S):

Calcio

Magnesio

Azufre

Pérdida de azufre por lixiviación

Retención de azufre

Los Micronutrientes

Donde sospechar deficiencias de micronutrientes

Siembras susceptibles

Toxicidad de los micronutrientes

Como corregir deficiencias o toxicidades

Proporciones para aplicar micronutrientes

7. EVALUANDO LA FERTILIDAD DEL SUELO

Evaluando la Fertilidad del Suelo

Pruebas del suelo

¿Algunos factores que influyen en la utilidad de pruebas del suelo
Los laboratorios del suelos no siempre son confiables
Como encontrar un laboratorio confiable
Como evaluar las sugerencias para fertilizantes de un laboratorio respecto a fertilizantes
Que hay de equipos portátiles para probar el suelo
¿Qué información útil proporciona un laboratorio de suelo?
¿Con qué frecuencia se necesita probar el suelo?
¿Qué hay de pruebas de suelos y fertilizantes orgánicos?

Cómo Tomar y Preparar Muestras de Suelo

Cuándo tomar muestras
Evitar tomar muestras inadecuadas
Incluir a los agricultores en el proceso de tomar muestras
El proceso de tomar muestras

Pruebas del Tejido de las Plantas

Pruebas de Fertilizantes

Pruebas por franjas o hileras
Dosis de fertilizantes para pruebas por franjas
Experimentos de campo
Pruebas en el terreno
Experimentos/pruebas vs demostraciones

Usando "Señales de Hambre" Visibles

Cómo notar señales de hambre

8. USANDO FERTILIZANTES ORGANICOS Y ACONDICIONADORES DEL SUELO

¿Qué son los Fertilizantes Orgánicos?

Fertilizantes Orgánicos vs Químicos: ¿Cuáles son mejores?

Posibles ventajas de los fertilizantes orgánicos
Posibles desventajas de los fertilizantes orgánicos
Posibles ventajas de los fertilizante químicos
Posibles desventajas de los fertilizantes químicos
Algunos otros puntos

Ayudando a Agricultores a Decidir entre el Uso de los

Fertilizantes Orgánicos o Químicos

Algunos Ejemplos de Agricultura Exitosa que usa

Fertilizantes Orgánicos

Agricultura de "Cortar y Quemar"
Agricultura mezclada
Agroforestal
El movimiento de la Agricultura Regenerativa

Cómo Usar Fertilizantes Orgánicos y Condicionadores del Suelo

Acondicionadores orgánicos vs Acondicionadores directos del suelo
Acondicionadores Directos del Suelo y su uso
Fertilizantes Orgánicos Directos y su uso

Tabla 8-1: Valor Nutritivo de Algunos Fertilizantes Orgánicos Directos

Característica de Algunos Fertilizantes Orgánicos Directos

Combinación de Fertilizantes Orgánicos/Condicionadores del Suelo:

Estiércol

El valor fertilizantes del estiércol

Tabla 8-2: Composiciones aproximadas de varios tipos de estiércol animal

El estiércol varía mucho en su valor nutritivo

Estiércol "Caliente" vs "Frio"

Cantidad de estiércol producido

Tabla 8-2: Cantidad de estiércol producido anualmente por kg de peso vivo

Guías para almacenar y aplicar estiércol

Cómo almacenar estiércol

Cómo aplicar estiércol

Una advertencia sobre estiércol de humanos, perros, gatos y chanchos

No use estiércol de lotes de alimentar

¡Cuidado con las malezas!

Dosis sugeridas de aplicación de estiércol

Algunas conversiones útiles para la aplicación de estiércol

Preparando y usando te de estiércol

Investigaciones recientes acerca del te de estiércol

Te de abono

Abono

¿Qué es el abono?

¿De qué se prepara el abono?

¿Cómo se compara el abono con el estiércol?

Tabla 8-4: Alcances comunes de N, P y K en abonos

Abonar promeramente vs añadir materias nuevas directamente al suelo

Algunas limitaciones del abono

¿Qué ocurre en una pila de abono?

Factores que aceleran la preparación del abono

Algunas guías generales para lograr la proporción correcta de C/N

Cómo preparar abono

Los dos tipos de pilas: montones y hoyos

Cómo preparar y mantener pilas

Algunas otras guías para las pilas de abono

Componiendo pilas de abono defectuosas

¿Cuándo está el abono listo para usar?

Cómo aplicar el abono

Algunos otros métodos para abonar

Estiércol Verde y Siembras de Cubiertas

Estiércol verde vs siembras de cubiertas
Los beneficios del estiércol verde y siembras de cubierta
El valor fertilizante de siembras de estiércol verde
Otros nutrientes
¿Son estiércol verde y las siembras de cubiertas factibles para agricultores pequeños del Tercer Mundo?
Usando estiércol verde y siembras de cubierta
Tabla 8-5: Algunas legumbres para estiércol verde o siembras de cubierta en regiones tropicales y subtropicales
Fertilizando las siembras de estiércol verde
Cuándo labrar estiércol verde
Evitando problemas de toxicidad
¿Qué hay sobre la cosecha de semillas?
¿Qué hay sobre el cultivo de legumbres entre no legumbres para proporcionarles nitrógeno?
El método de cortar-y-llevar de estiércol verde
Algunos ejemplos de éxitos con estiércol verde y siembras de cubierta en los trópicos

Cubiertas del Suelo

El efecto de las cubiertas sobre la temperatura del suelo
Cuándo y cómo cubrir el suelo
El efecto de las cubiertas sobre la temperatura del suelo
Cuándo y cómo cubrir el suelo
Cómo usar y aplicar cubiertas del suelo
Lombrices de la tierra
Cómo ayuda al suelo
Uso de lombrices de la tierra para formar abono
Lombrices de la tierra como alimento

9. USANDO FERTILIZANTES QUÍMICOS

¿Qué son los Fertilizantes Químicos?

¿Son los Fertilizantes Químicos Apropriados para Agricultores con Recursos Limitados?

Introducción a los Fertilizantes Químicos

Contenido nutritivo

Formas físicas

Cómo leer la Etiqueta de un fertilizante

Otro término útil: Proporciones de los fertilizantes

Fertilizantes Químicos Comunes y Sus Características

Fertilizantes de Nitrógeno

Fertilizantes de N y el PH del suelo

Pérdida de N a través de su volatilización

Fertilizantes comunes de nitrógeno

Fertilizantes de fósforo

Fertilizantes comunes de P

Fertilizantes de Potasio

Fertilizantes de Nutrientes Secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre)

Calcio y Magnesio

Azufre

Fertilizantes de Micronutrientes

Celatos de micronutrientes

Los Efectos de Fertilizantes sobre el PH del Suelo

Las implicaciones prácticas de fertilizante acidificantes

Tabla 9-1: Acidez relativa de fertilizantes acidificantes

¿Por qué no se le añade cal a los fertilizante acidificantes?

Índice de Sal y Potencia del Fertilizante para "Quemar"

¿Qué causa la quema por fertilizantes?

Cómo notar la quemadura por fertilizantes

Otros tipos de quemaduras por fertilizantes

Cómo evitar la quema por fertilizantes

Los fertilizantes varían en su potencia para quemar

Tabla 9-2: Potencial rrelativo para quemar de fertilizantes comunes

Cómo tratar quemaduras por fertilizantes

Conocimientos Básicos Para Aplicar N, P y K

Conocimientos para aplicar nitrógeno

Principios para la aplicación del potasio

Cómo combatir las pérdidas por filtración de N

Guías para aplicar N lateralmente

Dónde colocar N aplicado lateralmente

¿A qué profundidad colocar el N?

Conocimientos para la aplicación de fósforo

Métodos de aplicación de fertilizantes explicados y comparados

Diseminación

Ventajas y desventajas de la diseminación

¿Por qué diseminar P no suele ser una buena idea?

¿Existen casos en que se debe diseminar P?

El P diseminado tiene que mezclarse con el suelo

Cómo diseminar el fertilizante uniformemente

Métodos de Colocación Localizada: Banda, Hoyo y Semi-

Círculo

Ventajas y desventajas del método CL

La profundidad de P no importa cuanto con CL

Guías de Distancia y Profundidad Para Aplicar con CL

Fertilizar por Bandas

Distancia de la línea de semillas para aplicaciones en bandas

A que profundidad se cloca la banda

Cómo formar una banda de fertilizantes

Bandas en la superficie: una técnica nueva

El Método de Semi-círculo

Distancia de semillas o plantas
Profundidad

El Método del Hoyo

Distancia del hoyo a las semillas
Profundidad

Algunas Sugerencias Especiales Para Suelos Regados por Surcos

Aplicando Nitrógeno Lateralmente

Guías para colocar aplicaciones de N lateralmente
Profundidad para aplicar N lateralmente
Combinando aplicaciones laterales con la limpieza de malezas

Mezclando fertilizantes con agua

Aplicaciones Foliáceas de Fertilizantes

Aplicaciones de micronutrientes
Aplicaciones de foliáceas de NPK

Determinando la Dosis de Fertilizantes

Cómo se da la dosis

¿Cuál Cantidad y Tipo de Fertilizante es más Provechosa para Agricultores con Recursos Limitados?

¿Qué hacer cuando no se dispone de buenas recomendaciones?
Reacciones a los fertilizantes y la ley de ganancias disminuidas
Tabla 9-3: Un ejemplo de la ley de ganancias disminuidas
Sustitución de fertilizantes para la tierra

Algunas Guías para Dosis Bajas, Altas y Moderadas de NPK

Tabla 9-4: Guías para dosis bajas, moderadas y altas de NPK
Basadas en agricultura con recursos limitados
Calificaciones para la tabla 9-4

Guías Para las Dosis de Magnesio y Micronutrientes

La Importancia de Lograr la Proporción correcta de Nutrientes

Recomendaciones Útiles para el Uso Correcto de Fertilizantes

¿Qué se debe enfocar?

Aprovechar al Máximo el Uso de Fertilizantes

Manejo de Cosechas Como un Sistema Integrado

El método "Paquete" para mejorar el rendimiento
Algunas objeciones posibles al método "Paquete"

Algunos Factores Limitantes que Pueden Afectar Gravemente las Reacciones a Fertilizantes

Humedad disponible
Tipo de siembra
Variedad
Epoca de plantar
Densidad de las plantas
Factores limitantes del suelo

Manejo de malezas

Nivel de manejo

Entendiendo la matemática de los Fertilizantes

Use el sistema métrico

Cosntruyendo Recomendaciones de una Base de N, P2O5, K2O al Tipo y Cantidad Real de Fertilizante Requerido

Eligiendo el Fertilizante más Económico

Puede ser importante otros factores

Mezclando Fertilizantes Diferentes

Determinando la fórmula verdadera de la mezcla

¡Cuidado! No todos los fertilizantes se pueden mezclar

Determinando Cuanto Fertilizante se Necesita por Area, por Planta y por Longitud de Hilera

Tabla 9-5: Guía para mezclar fertilizantes

Calculando la Cantidad de Fertilizante Requerido por Area

Para terrenos grandes

Para terrenos pequeños

Calcular la Cantidad de Fertilizante Requerido por Plante Cantidad Necesaria por Metro de Hilera

Ajustando los Cálculos para el Sistema de Almacigo-y-

Pasadizos

Por área

Por planta

Cantidad por metro de longiud de hilera

Convirtiendo la Dosis de Fertilizante en un Base de Peso a Volúmen

Tabla 9-6: Comparación de peso de fertilizante con volúmen

10. GUIAS DE FERTILIZANTES PARA SIEMBRAS ESPECIFICAS

Cereales

Principios generales sobre el maíz

Rendimientos

Tabla 10-1: rendimientos del maíz

Respuesta del maíz a los fertilizantes

Evaluando la respesta a los fertilizantes

Necesidades de maíz para N-P-K

Nutrientes secundarias

Micronutrientes

Señales de hambre en el maíz

Guías para aplicar fertilizantes químicos

Recomendaciones para aplicar nitrógeno al lado del maíz

Algunas guías sobre densidad y espaciamiento de las plantas

Tabla 10-2: Población sugeridas de plantas de maíz

Sorgo

Conocimientos básicos sobre el sorgo
Etapas de crecimiento del sorgo
Rendimientos
Pautas para fertilizantes para sorgo

Mijo

Las reacciones del mijo a fertilizantes

Arroz

Arroz de tierra baja (inundada) vs altas (secas)
Transplantar vs siembra directa
Etapas de crecimiento del arroz
Necesidades de nutrientes que tiene el arroz
Necesidades de NPK
Deficiencias secundarias y micronutrientes y nutrientes
Señales de hambre en el arroz
Posibilidades de fertilizantes orgánicos para el arroz
Alga azul-verde (cianobacteria)
Azolla
Pautas para aplicar fertilizantes químicos al arroz
Métodos para aplicar N a suelos de arrozales inundados

Pulsos

Valor nutritivo de los pulsos
Factores limitantes en la producción de pulsos
Aprovechando al máximo la fijación del nitrógeno
Grupos de inoculación-cruzada de rizobia
Tabla 10-3: Grupos de rizobia de legumbres
Una nota sobre leucaena
¿Cuándo se necesita la inoculación?
Cómo inocular semillas leguminosas
Cómo buscar nódulos buenos
Buscando fallas en nódulos inadecuados

Poroto Común

Conocimientos básicos sobre el poroto común
Comprobando la toxicidad del aluminio
Notando la toxicidad de manganeso
Etapas y formas de crecimiento
Rendimientos
Necesidades de nutrientes de los porotos

Caupi

Conocimientos básicos sobre el caupí

Maní - Nuez de la Tierra

Conocimientos básicos sobre el maní
Etapas de crecimiento del maní
Rendimientos
Necesidades y métodos de aplicación de fertilizantes para maní
Una nota especial sobre fertilizantes orgánicos
PH del suelo
El nitrógeno y la nodulación

- Inoculación de semillas
- Cómo buscar nodulación adecuada
- Fósforo y Potasio
- Calcio
- Micronutrientes: el boro y el manganeso
- Señales de hambre en el maní

Soja

- Conocimientos básicos sobre la soja
- Rendimientos
- Guías de fertilizantes para soja
- Nitrógeno
- Inoculación de Semillas
- Fósforo y Potasio
- Micronutrientes

Siembra de Raíces: Cazabes, Papas, Batatas

Cazabe

- Conocimientos básicos sobre el cazabe
- Necesidades de fertilizantes para el cazabe
- Necesidades de NPK
- Métodos de aplicación

Papas

- Conocimientos básicos sobre la papa
- Adaptación
- Etapas de crecimiento
- Necesidades de fertilizantes para la papa
- Señales de hambre en las papas
- Métodos para aplicar fertilizantes químicos

Batata

- Necesidades de fertilizantes para la batata
- Señales de hambre en la batata

Vegetales

- Necesidades generales de fertilizantes para vegetales
- Necesidades de NPK
- Tabla 10-4: La dosis común de NPK para v egetales
- Tabla 10-5: Susceptibilidad de los vegetales a diferencias de nutrientes secundarios
- Tabla 10-6: Reacciones de los vegetales a los micronutrientes cuando los niveles del suelos son bajos
- Direcciones para aplicar fertilizantes químicos a vegetales

Siembras de Frutas Tropicales (banana, mango, mamón)

Bananas

- Conocimientos básicos sobre la banana
- Bananas vs plátanos
- Adaptación
- Rendimientos
- Necesidades de fertilizantes para las bananas
- Factibilidad de fertilizantes químicos

Nitrógeno
Fósforo
Potasio
Magnesio
El hierro, Zinc y Manganeso
El molibdeno
Métodos para aplicar fertilizantes químicos
Prácticas asociadas para el cultivo de la banana

Mango

Necesidades de fertilizantes para el mango
Métodos de aplicación

Mamón

Necesidades de fertilizantes
Métodos de aplicación
Algunas señales de hambre en el mamón

Forrajes Tropicales

Necesidades de fertilizantes
Valor de la "auto-fertilización" de las pasturas de el ganado
Posturas de pasto-legumbre en los trópicos
Fertilizando posturas de pasto-legumbres
Uso del método "paquete" para manejar forraje
Rotación de Apacentamiento
Alimento durante la estación seca: heno y ensilaje
Proporcione minerales al ganado
Controlar las malezas
Mantener sanos a los animales
Para más información

11. AÑADIENDO CAL AL SUELO

El Propósito de Añadir Cal

¿Cuándo se necesita añadir cal?

Tabla 11-1: Suelos con PH satisfactorio para siembras comunes

Cómo Medir el PH del Suelo

Equipos portátiles de prueba

Calculando la Cantidad Necesaria de Cal

El papel de los laboratorios de suelos

Capacidad de intercambio del suelo y requerimientos de cal

Qué hacer si no hay laboratorio de suelos disponibles

¿Cómo Calcular la Verdadera Cantidad de Cal Requerida?

Tipos de materia neutralizante y su valor como tal

Tabla 11-2: Valor neutralizante de algunas materias

Usando la Tabla 11-2

¡La finura de la materia neutralizante es importante!

Tabla 11-3: Cantidad aproximada de piedra caliza pura finamente necesaria para aumentar el PH de una capa de 18 cm de suelo como se indica
Pureza de la materia neutralizante
Como estimar la cantidad de cal requerida
Problemas para practicar
Cómo y Cuándo Añadir Cal
¡No añada Demasiada Cal!

12. PROBLEMAS DE SALINIDAD Y ALCALINIDAD

Problemas de Salinidad y Alcalinidad

Suelos salinos
Suelos alcalinos
Suelos salinos no-alcalinos

¿Cómo la Salinidad y Alcalinidad Dañan el Crecimiento de las Siembras?

Diagnósticos de Laboratorios de Salinidad y alcalinidad

Análisis del suelo
Tabla 12-1: Contenido de sales solubles del suelo y su efecto sobre el crecimiento de las siembras
Análisis del agua de riego
Sales solubles
Sodio en el agua

Manejo de Problemas de Salinidad y Alcalinidad

Recuperando suelos salinos
Lo que se requiere para filtrar
Recuperando suelos alcalinos no-salinos (suelos sódicos)
Una alternativa a las enmiendas del suelo
Recuperando la acumulación de salinidad y alcalinidad
Diseño de almácigos
Tabla 12-2: Tolerancia relativa de las siembras a la salinidad
Tabla 12-3: Tolerancia relativa de algunas siembras al boro

APENDICE

- A. Medidas y Conversiones Utiles
- B. Cómo Determinar la Humedad del Suelo
- C. Guía de Intervalos entre Controles de Erosión
- D. Composición de Fertilizantes Químicos Comunes
- E. Señales de Hambre en Siembras Comunes
- F. Legumbres para Estiércol Verde y Siembras de cubiertas en Regiones Tropicales y Subtropicales

G. Algunas Fuentes de Apoyo Técnico
H. Bibliografía de Referencias Útiles

INDICE

PARTE I: MANEJO FISICO DEL SUELO

CAPITULO 1

HACIA LA TIERRA

- Algunos Conocimientos Básicos Importantes del Suelo -

¿QUE ES EL SUELO?

La mayoría de los suelos evolucionan lentamente durante centurias, a través del desgaste de las rocas subyacentes y de la descomposición de las plantas. Otros se forman por depósitos hechos por ríos y océanos (suelos aluviales) o por el viento (suelos aeríferos).

Los suelos contienen 4 componentes básicos:

- * Partículas minerales: arena, cieno y arcilla
- * Materia orgánica
- * Agua
- * Aire

Una muestra típica del suelo superior contiene aproximadamente 50 por ciento de espacio poroso, llenado con proporciones variables de agua y aire, de acuerdo con la humedad actual del suelo. El otro 50 por ciento consiste de partículas minerales (arena, cieno, arcilla) y materia orgánica; la mayoría de los suelos minerales contienen 2-6 por ciento de materia orgánica por peso en su capa superior. Los suelos orgánicos, como turbas, se forman en pantanos, ciénagas y fangales y contienen 30-100 por ciento de materia orgánica.

¿PORQUE VARIAN TANTO LOS SUELOS?

Su país probablemente tiene docenas de tipos diferentes de suelos. Por supuesto, aun un pequeño terreno probablemente contiene 2 o más tipos que varían notablemente en sus problemas de manejo y sus producciones potenciales. La razón es que existen 6 factores de formación del suelo que determinan el tipo de suelo que se forma en un lugar específico:

Clima: Cuanto más lluvia caiga y más elevada sea la temperatura más rápido y completo es el proceso de desintegración. Por ejemplo, la rapidez de las reacciones de la desintegración química se duplica por cada aumento de 10°C (18°F) de la temperatura.

Tipo de materia pariente: Los suelos se forman de una variedad grande de tipos de materia pariente, incluyendo muchos tipos de rocas, plantas y animales (por ejemplo, el suelo de los

atolones del Pacífico, que están formados en gran parte de coral). Las rocas varían mucho en su composición mineral y otras cualidades. Algunas rocas como el granito y la arenisca son ácidas y usualmente forman suelos más ácidos que las rocas básicas como la piedra caliza y el basalto.

Vegetación: Los suelos formados abajo de praderas difieren de los formados abajo de montes, aunque también hay diferencias dentro de estos dos grupos. Por ejemplo, los suelos formados abajo de pinos usualmente son más ácidos que los formados abajo de otros tipos de árboles.

Topografía: tiene un efecto grande sobre la erosión y el desagüe (la proporción relativa de agua y aire en los espacios porosos del suelo). En los trópicos, los suelos rojos y amarillos usualmente se forman en tierra con alguna pendiente, pues necesitan buen desagüe para formarse. Los suelos negros y grises son más comunes en depresiones donde el desagüe no es tan bueno.

Tiempo: Los suelos cambian con el correr del tiempo, a medida que se desgastan en un proceso que ocurre en el curso de miles de años. Los suelos varían mucho en cuanto a su edad.

Manejo por Agricultores: Los métodos de manejo agrícolas como el desmonte del suelo, la labranza, y el cultivo influyen en el desarrollo del suelo afectando la erosión, el PH, la materia orgánica, etc.

SUELO SUPERIOR VS SUBSUELO

Al cavar hasta 50 cm aproximadamente en la mayoría de los suelos se exponen dos capas distintas: el suelo superior y una parte del subsuelo. El suelo superior es la capa de arriba y tiene las siguientes características:

- * Suele ser de color más oscuro que el subsuelo, debido a que contiene materia orgánica que viene de las plantas descompuestas y de sus raíces.
- * Es más fértil que el subsuelo, debido a que tiene más materia orgánica y que los fertilizantes usualmente se añaden solamente al suelo superior.
- * Suele ser más flojo y menos compacto que el subsuelo, debido principalmente a su contenido alto de materia orgánica y a la labranza.
- * El suelo superior suele ser de aproximadamente 15-25 cm de espesor. En suelos cultivados, la profundidad del suelo superior es aproximadamente igual a la profundidad de la labranza, pues ésta determina hasta donde se introducen la materia orgánica y los fertilizantes en el suelo.

- * Aproximadamente 60-80 por ciento de las raíces de la mayoría de las siembras se encuentra en el suelo superior, ya que es un ambiente mejor que el subsuelo para crecimiento de la raíz (es más fértil y menos compacto).

El subsuelo se encuentra entre el suelo superior y la roca (o materia) pariente subyacente. Además de ser más claros en color, menos fértil y más compactos, suele ser más arcilloso; esto es debido al movimiento del agua hacia abajo, que transporta algunas partículas pequeñas de arcilla del suelo superior al subsuelo.

El papel del subsuelo: Parecería que se podría descontar el subsuelo como no muy influyente sobre el crecimiento de las siembras. Sin embargo, no es así, por dos razones importantes:

- * El subsuelo sirve como depósito de humedad importante, especialmente porque suele ser de mucho más espesor que el suelo superior, y su humedad no se pierde tan fácilmente por la evaporación. Además, el contenido más alto de arcilla del subsuelo también le da mejor capacidad para almacenar agua. Este depósito de humedad es muy útil durante las sequías, aunque existen menos raíces en el subsuelo. Por ejemplo, se estima que la mitad del agua necesaria para cultivar maíz en los EE.UU. ya está almacenada en el subsuelo al tiempo de sembrar; la lluvia durante la estación de crecimiento de la siembra proporciona la otra mitad, pero sería muy insuficiente por sí sola para dar un buen rendimiento.
- * Las características del subsuelo, como su contenido de arcilla y compactación, tienen influencias grandes sobre el desagüe (la capacidad para quitar agua excesiva).
- * Convirtiendo el subsuelo en suelo superior: Si queda poco suelo superior debido a la erosión, se puede convertir el subsuelo en suelo superior bien productivo. Se requiere solamente adiciones grandes de materia orgánica, como abono, estiércol o estiércol verde (Vea Capítulo 8 sobre fertilizantes orgánicos) por muchos años, pero eso no es factible frecuentemente en áreas grandes.

EL LADO MINERAL DEL SUELO: Arena, Cieno y Arcilla

La parte mineral del suelo se compone de cantidades variables de arena, cieno y arcilla. Sus características tienen una influencia grande sobre el comportamiento del suelo y sus necesidades de manejo.

Arena

- * De los 3 tipos de partículas minerales, la arena tiene el mejor tamaño; aproximadamente 50 partículas de arena puestas lado a lado miden 1 centímetro (125 por pulgada).
- * La arena es principalmente cuarzo (dióxido de silicio) y contiene pocos nutrientes para las plantas.

- * Cantidades moderadas de arena mejoran el desagüe del suelo, su aeración y su condición física (facilidad de labrarse).

Cieno

- * Se compone principalmente de partículas desgastadas de arena (cuarzo), que frecuentemente están cubiertas con arcilla.
- * Contiene pocos nutrientes en si mismo, exceptuando los que puedan quedar en la cubierta de arcilla.
- * Las partículas de cieno son demasiadas pequeñas para mejorar el desagüe y la aeración del suelo.

Arcilla

Las partículas de arcilla son las más pequeñas de los 3 tipos (aproximadamente 4000 de ellas puestas lado por lado ,miden 1 centímetro). Los agricultores saben que la arcilla tiene una influencia grande sobre el comportamiento del suelo. Un contenido alto de arcilla suele hacer más difícil la labranza, más compacto el suelo y más pobre el desagüe, pero asegura una buena capacidad para almacenar agua. Además, la arcilla tiene 3 otras características importantes:

- * Fuentes nutrientes para las plantas: Al contrario de la arena y el cieno, las arcillas son silicatos de aluminio que también contienen cantidades variables de nutrientes para plantas, como el potasio, calcio, magnesio, hierro, etc. Una buena parte de la fertilidad natural del suelo puede provenir de la arcilla.
- * Las arcillas tienen cargas negativas: Esto las hace comportarse como imanes pequeños para atraer y retener los nutrientes con cargas positivas (+) como potasio (K^+), calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}) y la forma amonio del nitrógeno (NH_4^+). Este ayuda mucho a evitar que los nutrientes sean transportados hasta abajo de la zona de las raíces de las plantas por la acción de la lluvia o del riego. (Se usa el término filtración para describir este tipo de pérdida de nutrientes).
- * Enorme área de superficie: Cada partícula de arcilla es realmente una estructura laminada compuesta de placas pequeñas. Esta estructura junto con el tamaño pequeño de las partículas les da una cantidad sorprendente de área de superficie que sirve para atraer y atrapar a los nutrientes con cargas positivas. En verdad, 1 centímetro cúbico de arcilla contiene aproximadamente 1-3 metros cuadrados de área de superficie.

No todas las arcillas son iguales

Existen varios tipos diferentes de arcillas y la mayoría de los suelos contienen por lo menos dos. Algún conocimiento básico sobre los tipos de arcilla ayudará a interpretar los suelos en su

área. Es importante entender la diferencia entre arcillas temperadas y arcillas tropicales, y la razón del por qué ambos tipos se encuentran en los trópicos.

- * Arcillas temperadas: Estas son 2:1 arcillas silicatas como mentmorillinito e illito que dominan la porción arcillosa de la mayoría de las zonas temperadas, pero que también se pueden encontrar en los trópicos. La cifra 2:1 trata de la proporción de placas de silicato a placas de aluminio en la estructura laminada de las partículas de arcilla. Los suelos con contenidos altos de estas arcillas temperadas son muy pegajosos y plásticos cuando están mojados; algunos tipos, como mentmorillinito, se contraen y se hinchan fácilmente, formando así grietas grandes al secarse. También tienen una carga negativa relativamente alta (que es buena para atrapar nutrientes con cargas positivas).
- * Arcillas tropicales: Estas son: 1:1 arcillas de silicatos, como caolín y las arcillas de óxido acuoso de hierro y aluminio que frecuentemente componen la mayoría de la porción arcillosa de suelos viejos y bien desaguados de los trópicos y sub-trópicos, principalmente en áreas con por lo menos 6 meses lluviosos por año. Estas arcillas han perdido mucho de su silicato a través de centurias al desgastarse y filtrarse. Al contrario de las arcillas 2:1, estas arcillas “tropicales” son mucho menos pegajosas y plásticas y son más fácilmente cultivadas, aún cuando el contenido de arcilla es alto. Sin embargo, ellas suelen tener mucho menos carga negativa y fertilidad más baja que las arcillas temperadas. Los suelos cuyas porciones arcillosas son principalmente “tropicales” usualmente se pueden identificar por sus colores amarillos o rojos.

DISTINGUIENDO SUELOS “TROPICALES DE SUELOS TEMPLADOS”

Note que las arcillas “tropicales” no siempre se componen de la porción principal de la arcilla de todos los suelos de los trópicos. En verdad, las arcillas temperadas son asombrosamente comunes, especialmente en los suelos más jóvenes o aquellos formados bajo condiciones más secas o donde el desagüe no es tan bueno. Un suelo tropical verdadero (uno cuyas arcillas son principalmente 1:1 u óxidos acuosos) requiere buen desagüe, centurias de desgaste y mucha lluvia y filtración para formarse. Igualmente, no todas las arcillas en las zonas temperadas son del tipo 2:1, especialmente en áreas que posiblemente fueron tropicales hace miles de años. Algunos suelos son mezclas de ambos tipos.

Reconociendo suelos “tropicales”: Un color distinto al rojo o amarillo en el subsuelo puede ser una indicación. Es poco probable que tales suelos formen depresiones, pero se encuentran en áreas con pendientes que tienen buen desagüe.

Extensión de los suelos tropicales en los trópicos: Generalmente, los suelos tropicales verdaderos se constituyen aproximadamente la mitad de los suelos en los trópicos y a menudo existen al lado de los “temperados”. Ellos son bastante variables en sí mismos y se clasifican en dos amplias categorías generales basadas en el sistema de clasificación de los suelos usado por el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos):

- * Ultisoles: Sus arcillas son principalmente de los tipos 1:1 en conjuntos con cantidades variables de óxidos acuosos de hierro y aluminio, y su facilidad de labranza suele ser

buena. Ellos son moderadamente o muy ácidos y pueden tener alta capacidad para fijar fósforo agregado, evitando así su uso total por las plantas.

- * **Oxisoles:** Son los suelos más fuertemente desgastados y filtrados de todos. Son ácidos y tienen alto contenido de arcilla (principalmente óxidos acuosos), pero no suelen ser muy pegajosos al mojarse. Similarmente a los ultisoles, ellos pueden fijar fácilmente el fósforo agregado. Un miembro bien conocido de este grupo son los suelos laterite, cuyos subsuelos son ricos en una materia arcillosa llamada plintite que contiene manchas rojas y óxidos de hierro y aluminio muy desgastados. El Plintite se puede endurecer irrevocablemente y convertirse en pedra de hierro (anteriormente llamada laterite) al exponerse por la erosión, como ha ocurrido después de la deforestación. Note que los suelos lateritos verdaderos están en peligro de convertirse en piedra de hierro, y se estiman que son menos del 10% de todos los suelos.

MATERIA ORGANICA - EL MEJOR AMIGO DEL SUELO

La mayoría de los suelos cultivados contiene aproximadamente 2-4 por ciento de materia orgánica de peso en el suelo superior. A pesar de su pequeña proporción, la materia orgánica, especialmente en la forma de humus, tiene un efecto muy beneficioso sobre el comportamiento del suelo y en la rendición de las siembras (materia orgánica parcialmente descompuesta que es oscura en color y susceptible a desmigajarse; el humus continúa descomponiéndose, pero más lentamente que las otras materias orgánicas). El humus ayuda al suelo en muchos modos:

- * Puede mejorar la condición física general del suelo, especialmente en suelos arcillosos.
- * El humus ayuda a disminuir la erosión del suelo por viento y agua, pues sirve como una "goma" útil para unir las "migajas" (llamadas agregados) que mejoran la absorción de agua y disminuyen su pérdida. Tales migajas también son menos susceptibles de ser llevadas por el viento o las corrientes de agua.
- * Es un depósito y fuente importante de nutrientes (especialmente de nitrógeno, fósforo y sulfato) los cuales se liberan lentamente para el uso por raíces de plantas cuando se descompone la materia orgánica. Se estima que por cada 1 por ciento de materia orgánica en el suelo superior, 600 kg/ha de maíz se pueden producir sin la necesidad de fertilizantes adicionales.
- * Aumenta la capacidad para almacenar agua de suelos arenosos (pero no de margas de arcillas y arcillas cuya capacidad para almacenar agua ya esté alta).
- * El humus tiene carga negativa alta que ayuda a evitar la filtración de nutrientes con cargas positivas. Por peso, el humus tiene hasta 30-40 veces la carga negativa que tienen las arcillas menos cargadas (por ejemplo, las arcillas tropicales), y puede proporcionar la mayoría de la capacidad para almacenar nutrientes de un suelo. También, la carga negativa mejora la

capacidad de amortiguar (la capacidad para resistir cambios del PH; (vea capítulo 6) de un suelo.

- * Ayuda a evitar que se fijen en el suelo el fósforo y otros nutrientes (el proceso de impedirles que lleguen a las plantas; ver capítulo 6).
- * Investigaciones recientes han confirmado las observaciones de muchos horticultores agricultores orgánicos que dicen que un nivel alto de materia orgánica en el suelo puede disminuir la incidencia de algunas enfermedades transmitidas por el suelo y que los nemátodos ataquen las raíces. También que estimula el crecimiento de bacteria beneficiosa para el suelo, hongos y lombrices de la tierra.

La Materia Orgánica hace maravillas para el Suelo, PERO es difícil mantenerla

Aunque los suelos de bosques y praderas contienen niveles muy sanos de materia orgánica en su estado original (6-9 por ciento), tales niveles pueden bajar rápidamente para producir siembras, por varias razones:

- * Si la tierra se limpia con la quema, se destruirá mucha materia orgánica.
- * Al arar y azadear se airea el suelo, y se estimula a los micro-organismos del suelo a acelerar la descomposición de la materia orgánica. Aunque así se acelera la liberación de nutrientes de la materia orgánica, también se puede causar la disminución severa del humus del suelo si no se hacen adiciones grandes y regulares de materia orgánica.
- * Los bosques y praderas reciclan cantidades grandes de materia orgánica a través de la caída de hojas y la descomposición de las raíces; sin embargo, la mayoría de las siembras (especialmente las anuales como las de maíz y maní) están lejos de igualárseles. También, las siembras en hileras exponen el suelo a temperaturas más altas, acelerando así la pérdida de la materia orgánica. Esta es una razón por la cual la fertilidad del suelo y el rendimiento de las siembras disminuyen rápidamente en 2 o 3 años bajo cambio de cultivo (por ejemplo la agricultura de talar-y-quemar).

Manteniendo o Aumentando la Materia Orgánica del Suelo

A excepción de los que fueron terrenos pequeños, mantener o aumentar el nivel de materia orgánica sería probablemente difícil por 2 razones:

- * Se necesitan cantidades enormes de materia orgánica para aumentar su nivel en el suelo, aun en 1 por ciento (por ejemplo, desde 3 hasta 4 por ciento). Cada 1 por ciento de materia orgánica iguala a 22.000 kg/ha (2,2 Kg/metro cuadrado).
- * Se pierde la materia orgánica del suelo más rápidamente en los trópicos debido a las temperaturas más altas; la descomposición ocurre 3 veces más rápidamente a 32 grados que a 16 grados.

En un experimento realizandos en Nueva York, añadieron 56,000 kg/ha de estiércol estable al suelo por año durante 25 años. Esto aumentó el contenido de materia orgánica de la superficie del suelo por sólomente 2 puntos de porcentaje.

Por el Lado Feliz: la buena noticia es que no es necesario aumentar el porcentaje de materia orgánica en el suelo para mejorarlo. ¿Por qué? Porque cuando se añade materia orgánica nueva al suelo, el proceso de descomposición libera compuestos que proporcionan muchos de los beneficios notados arriba. Probablemente se pueden aumentar los niveles de materia orgánica en terrenos pequeños, pero en los grandes es más fácil y casi tan beneficioso realizar adiciones regulares de ella para mantener activo el proceso de descomposición y para estabilizar los niveles.

Algunas Sugerencias para Animar el Reemplazo sano de Materia Orgánica del Suelo

- * Devolver todos los residuos de siembra al suelo, excepto en el un caso de problemas especiales de insectos o de enfermedades. Está bien alimentar ganado con los residuos de cosechas, si se devuelve el estiércol al suelo. (Vea Capítulo 8).
- * No preparar la tierra quemándola, si existe una alternativa factible.
- * Usar estiércol, abono y estércol verde cuando eso sea factible (esto se explica en el capítulo 8).
- * Limitar las maniobras de labranza, como arar, cultivar con discos y azadear al mínimo necesario para preparar adecuadamente los almácigos y controlar las malezas.
- * Alternar siembras con pocos residuos como hortalizas y algodón con siembras con muchos residuos como maíz y especialmente forrajes como pastos y legumbres de forraje.
- * Evitar adiciones excesivas de cal para corregir acidez excesiva, pues aceleran la descomposición de la materia orgánica por los microbios del suelo. Evitar añadir cal al suelo con PH más alto que 6,5 (ver Capítulo 11).

EL PAPEL DE LOS MICROBIOS DEL SUELO

El suelo es un laboratorio biológico floreciente. Una cucharadita de suelo fácilmente contiene un billón de microbios como hongos y bacterias. Algunos causan enfermedades de plantas, pero la mayoría es beneficiosa para la agricultura. Algunos ejemplos son:

- * La producción de humus: Muchos tipos de bacterias y hongos del suelo descomponen la materia orgánica, convirtiéndola en beneficiosas para el suelo. Los compuestos producidos durante el proceso de descomposición también son útiles.

- * La liberación de materia orgánica de los nutrientes para plantas: La mayoría del nitrógeno, fósforo y azufre en los residuos nuevos de las plantas quedan en forma orgánica no disponible que las plantas no pueden usar. Los microbios del suelo cambian estos nutrientes a formas disponibles no orgánicas (minerales) que las plantas sí pueden usar.
- * El micorrizae: es un tipo de hongo encontrado frecuentemente en la mayoría de los suelos que infesta las raíces de muchos tipos de plantas o árboles. Ellos no hacen daño alguno, sino que verdaderamente mejoran la absorción de agua, pero si disminuyen la toxicidad de las salinidad o del aluminio excesivo, y estimulan el crecimiento de otros microbios beneficiosos como la rhizobia; también mejoran la absorción de nutrientes, especialmente de fósforo (F), de las plantas. En cambio, las plantas les proporcionan azúcares sencillos para su alimentación. Los micorrizae pueden secretar hormonas que estimulan al crecimiento de las plantas. Se cree que los micorrizae tienen un papel especialmente importante en ayudar con la absorción de F en algunas siembras como batata y cazabe (mandioca) que puede tolerar bajos niveles de F. En el caso de suelos esterilizados de terrenos e invernaderos, que carecen de hongos, ahorros considerables de fertilizantes se han obtenido a través de inocularlos con cultivos de micorrizae, especialmente en el caso de citricultura. El suelo superior de huertas orgánicas bien productivas probablemente contiene una población muy buena del hongo, y algunas paladas de este suelo se pueden trasladar a un campo nuevo para facilitar su desarrollo. (Sin embargo, el micorrizae no coloniza las raíces de espinaca, acelga, y plantas de la familia brassica (crucíferas) como pimiento, brócoli, rábano, nabo y pak choy).
- * Fijación de nitrógeno por rhizobia: Muchos tipos de bacterias “fijan” (capturan) nitrógeno del aire y lo convierten de tal forma que las plantas los puedan usar. El tipo más importante es “la rhizobia” (del género Rhizobium) que vive en nódulos pequeños sobre las raíces de legumbres. (Las legumbres son plantas que producen sus semillas en vainas, como poroto, arveja y maní). Las rhizobias tienen una relación simbiótica (mutuamente beneficiosa) con las legumbres. Las bacterias se alimentan de azúcares proporcionados por las plantas y les dá nitrógeno. Algunas legumbres como caupí, maní, soja y legumbres de forraje como el trebol reciben todas sus necesidades de nitrógeno de las rhizobias, si el tipo correcto está en el suelo.
- * Otros tipos de fijación del Nitrógeno (N)
 - ** Las Algas Verde-azules: (Cianobacteria) habitan en los suelos inundados de arrozales y fijan el N. Tipos de “vida suelta” (los que no necesitan huésped) para fijar cantidades moderadas de N, y los agricultores en Egipto, India y Burma inoculan sus arrozales con estas algas.
 - ** La planta Azolla es un helecho acuático de crecimiento bajo que alberga en sus hojas un tipo de algas verde-azul (Anabaena azollae) que fija N. La Azolla se ha usado como estiércol verde y también se ha entre-sembrado (cultivo conjunto) por centurias con arroz inundado en China y Viet Nam y puede suministrar cantidades considerables de N al arroz. (Para mas información acerca de Azolla, vea la sección sobre arroz en el Capítulo 10).
 - ** Las Azotobacterias: son bacterias de vida suelta y fijadoras de N que se encuentran en los suelos no inundados de áreas calurosas.

** Las Casuarinas son árboles semejantes al pino que se usan para leña, como estabilizador del suelo y rompe-vientos en climas calurosos. A pesar de no ser legumbres fijan N, debido a una relación con una bacteria Actinomycete del género de Frankia.

CAPITULO 2

RESOLVIENDO PROBLEMAS FISICOS DEL SUELO

Este capítulo enfoca el diagnóstico y el manejo de problemas físicos del suelo que afectan su productividad. Los problemas de la fertilidad del suelo se enfocan en la PARTE II de este Manual.

CONOCIENDO LOS SUELOS DE SU AREA

Como se explicó en el capítulo 1, es difícil hacer generalizaciones útiles acerca de los suelos de los trópicos y sub-trópicos. Factores de la formación del suelo, como clima, materia pariente, tiempo, topografía, vegetación y manejo actúan entre sí en innumerables formas. No es raro encontrar dos o más suelos diferentes, que varían notablemente en cuanto a su textura, profundidad, pendiente y otros rasgos importantes, en una finca pequeña.

Los siguientes son los mejores métodos para conocer los suelos de su área:

- * Visitar a los agricultores y pasear con ellos por sus campos. Ellos son las personas más conocedoras de la tierra y pueden proporcionar un tesoro de información útil acerca de los suelos locales, su comportamiento y su productividad.
- * Organizar una excursión de suelos en su área junto con un agrónomo o agente de extensión agrícola.
- * Consultar sobre informes de inspección o pruebas de los suelos de su área. Los especialistas de suelos han hecho varios sistemas taxinómicos para clasificar los suelos; primeramente en órdenes y grupos compuestos de cientos de suelos, y progresando hasta series muy específicas que contienen varios suelos muy semejantes que comparten entre sí muchos rasgos similares de sus perfiles. (Un perfil de un suelo es una parcela que incluye el suelo superior, el subsuelo y algo de la materia pariente). De los varios sistemas taxinómicos, el que desarrolló el USDA en cooperación con otros países ha sido el más usado. Los términos óxisol y ultisol, usados en el capítulo 1, son dos de las órdenes de sistema que incluyen cientos de suelos formados bajo condiciones tropicales y sub-tropicales. (Sin embargo, no todos los suelos formados en climas calurosos pertenecen a estos dos grupos, como se explicó en el Capítulo 1).

NOTA: Al leer un informe de inspección de un suelo, no se deje intimidar por los términos técnicos y extravagantes. Lo más importante para los agricultores y trabajadores en extensión es cómo se comporta un suelo al cultivarse, en vez de a qué orden o serie pertenece.

COMO EVALUAR Y ANALIZAR PROBLEMAS FISICOS DE UN SUELO

Usando una pala y un artefacto hecho en casa para medir pendientes, hace bastante fácil evaluar los 6 rasgos físicos importantes que determinan el comportamiento de un suelo y las necesidades para manejarlo:

* TEXTURA

* DESAGÜE

* CONDICION FISICA

* PROFUNDIDAD

* CAPACIDAD DE ALMACENAR AGUA

* PENDIENTE

Vamos a explicar los rasgos uno por uno. Pero, aguarde un momento, no hemos dicho nada acerca del COLOR DEL SUELO- ¿Dónde se incluye esto?

COLOR DEL SUELO

El color de un suelo no siempre dá una información útil acerca de sus rasgos o productividad potencial. Por ejemplo, se cree comúnmente que los colores oscuros (especialmente el negro) indican un contenido alto de materia orgánica y, por eso, una fertilidad natural alta. Esto frecuentemente es verdadero en las regiones templadas como las pasturas de las praderas de las “Grandes Sábanas” de los EE.UU., donde existe una relación directa entre el color del suelo y su contenido de humus- el más negro es el más alto en su contenido de humus y fertilidad. Sin embargo, esta relación no vale universalmente, pues que el humus en los suelos de áreas más calurosas es de un color más castaño. También la misma materia pariente puede hacer negro el suelo. En verdad, muchos suelos negros en los trópicos y otros lugares son de éste color no debido al contenido de humus, sino a una reacción del calcio en su materia pariente (piedra caliza) o ellos contienen solamente una cantidad baja de humus.

Los colores rojos y amarillos indistintamente, indican suelos muy viejos y desgastados que suelen ser ácidos y de fertilidad activa baja; su porción arcillosa usualmente contiene una cantidad alta del tipo “tropical” de arcilla (óxidos acuosos de hierro y aluminio y 1:1 arcillas como el caolín), que tienen menos carga negativa. También es menos pegajosa al mojarse que los suelos con cantidades altas de arcillas de los tipos “templados” (vea Capítulo 1).

El color del subsuelo también es un indicador valioso del desagüe de un suelo, como se explicará en la sección acerca de desagüe en este capítulo. Ahora, vamos a las 6 “señales vitales” mayores de la salud física del suelo.

TEXTURA DEL SUELO

La textura trata de las porciones relativas de arena, cieno y arcilla en un suelo (ver figura 2-1). Note que el contenido de humus realmente no tiene nada que ver con la textura. La textura de un suelo tiene impacto grande sobre su productividad y sus necesidades de manejo, pues afecta su condición física, su capacidad de almacenar agua, su desagüe, su suceptabilidad a la erosión y su fertilidad.

La textura usualmente varía con la profundidad: Como se explicó en el Capítulo 1, el subsuelo es usualmente más arcilloso que el suelo superior.

Existen 3 clases generales de textura de suelos: Arenoso, Margoso y Arcilloso; ellas se dividen como se muestra en la Tabla 2-1.

<u>TABLA 2-1</u>		
<u>CLASES DE TEXTURA DE SUELOS</u>		
<u>SUELOS ARENOSOS*</u>	<u>SUELOS MARGOSOS*</u>	<u>SUELOS ARCILLOSOS*</u>
Arenas (TB) Arenas Margosas (TB)	Margas Arenosas (TB) Margas Arenosas Finas Margas Arenosas muy Finas (TB) Margas (TM) Marga-Cienos (TM) Cienos (TM) Marga-Arcillas (TF) Marga-Arcillas Arenosas (TF) Marga-Arcillas Cenagosa (TF)	Arcillas Arenosas (TF) Arcillas Cenagosas (TF) Arcillas (TF)
<p>* “Textura Gruesa”, “Textura Moderada” y “Textura Fina” son otros términos que se usan para describir la textura del suelo (TG, TM, TF, respectivamente). Los suelos de textura gruesas y finas también se llaman suelos “livianos” y “pesados” respectivamente.</p>		

Averiguando la Textura del Suelo en el Terreno

Para la agricultura y la extensión agrícola, no es necesario determinar los porcentajes exactos de arena, cieno y arcilla. Con sólo poner el suelo en una de las 3 clases generales de textura puede ser suficiente. Sin embargo, hay veces en que es beneficioso ser más específico, y con la ayuda de la Tabla 2-2 no es demasiado difícil hacerlo. Un método bueno para empezar es determinar primeramente si el suelo es arenoso, arcilloso o margoso y después analizarlo más exactamente.

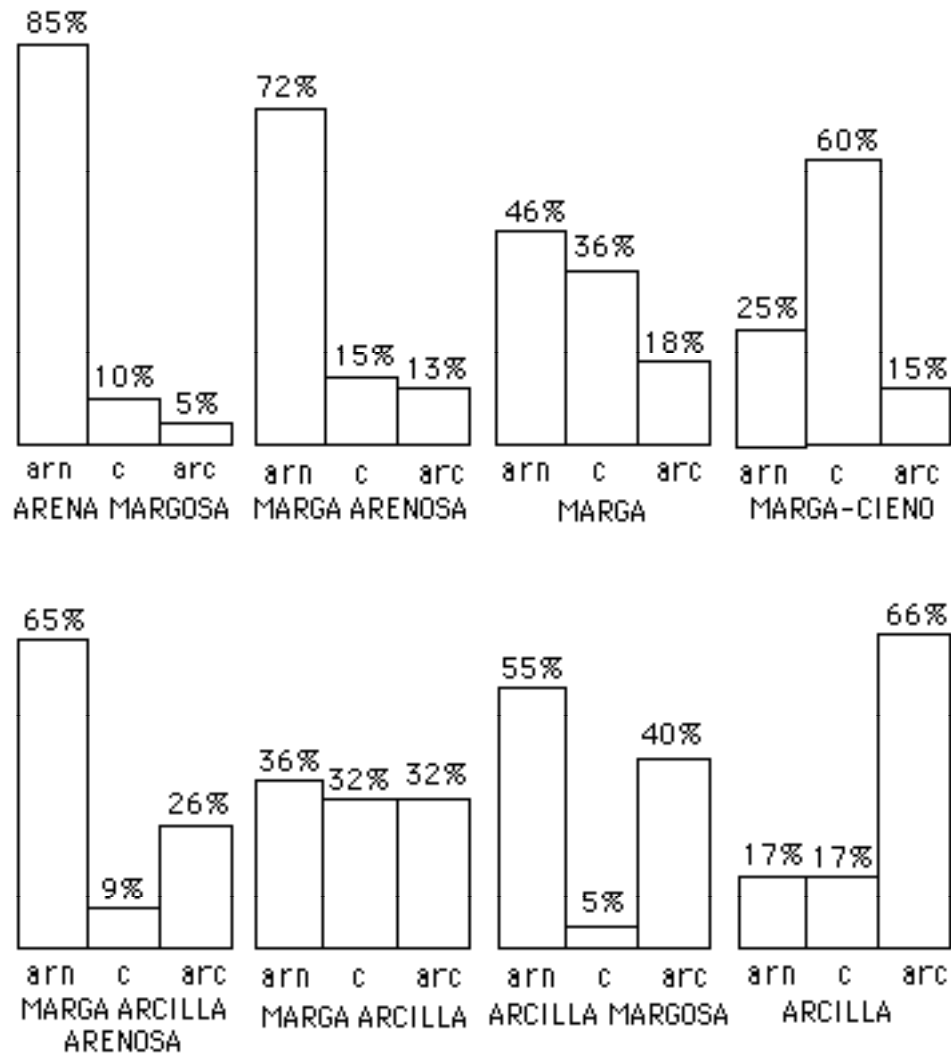


FIGURA 2-1: Las gráficas de barras muestran los porcentajes relativos de arena, cieno y arcilla de acuerdo con la textura del suelo. Cada categoría de arriba verdaderamente tiene un alcance de porcentajes de arena, cieno y arcilla. Por ejemplo, los suelos de arcilla arenosa pueden contener 35%-65% de arena, 0-15% de cieno y 37-55% de arcilla. Igualmente, los suelos de arcilla pueden contener 45-100% de arcilla, 0-38% de cieno y 0-45% de arena. Notese que un suelo puede contener tan poco como 37% de arcilla (como en el caso del suelo de arcilla arenosa) y, sin embargo, incluirse en la clase de textura arcillosa. Esto es porque se requiere relativamente poca arcilla para hacer que el suelo exhiba características arcillosas. Lo opuesto es el caso de la arena, que se necesita aproximadamente 75% de arena antes de que un suelo empiece a comportarse como arenoso.

TABLA 2-2**DETERMINANDO LA TEXTURA DEL SUELO EN EL CAMPO**

TIPO DE SUELO	ASPECTO VISUAL	PRUEBA DE COMPRESION	COMO ES AL MOJARSE *
ARENA	Suelta, granos individuales	Al comprimirse cuando está seca, se descompone al liberarse. Cuando está mojada, se desmigaja al tocarla.	Aspera
MARGA ARENOSA	Suelta	Al comprimirse cuando está seca, se descompone fácilmente al liberarse. Al mojarse, forma un molde que se descompone al tocarse fuertemente.	Aspera
MARGA CIENO	Pocos Terrones	Al comprimirse seca hace un molde que se descompone al tocarle fuertemente. Al mojarse, hace un molde que no se rompe al tocarlo.	Poco áspera y poco plástica.
MARGA	Muchos terrones, pero se rompen fácilmente	Igual que marga.	Muy poco plástica o áspera; es como polvo de talco.
MARGA ARCILLA	Muchos terrones y grumos cuando seca	Al comprimirse mojada, hace un molde muy resistente ante un manipuleo fuerte.	Plástica forma una cinta al frotarse entre los dedos, pero se rompe fácilmente.
ARCILLA	Terrones o grumos duros cuando seca	El molde mojado se puede tirar y agarrar sin romperse	Muy plástica y pegajosa; forma cinta fácilmente

* Si el suelo está seco, añadirle agua gota por gota, amasando el suelo para descomponer todos los grumos hasta que parezca masilla. Si está demasiado mojado, añadir tierra seca para absorber el agua.

LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SUELOS ARENOSOS, CENAGOSOS Y ARCILLOSOS

Suelos Arenosos

Ventajas

- * Labranza fácil.
- * Resistente a compactación por tráfico de animales, máquinas o personas.
- * Aboserven agua fácilmente.
- * Generalmente tiene un buen desagüe si el nivel de agua no está cerca de la superficie, como puede ocurrir en áreas bajas y en depresiones.

Desventajas de los Suelos Arenosos

- * Baja capacidad para almacenar agua (aproximadamente la mitad de ella de marga-arcillas y arcillas); suelen secarse muy rápidamente.
- * Más filtración de nutrientes debido a su menor carga negativa y mejor movimiento de agua hacia abajo (tienen menos capacidad para almacenarla).
- * Suelen tener menos fertilidad natural (pero no siempre) debido a mejor filtración y menos contenido de nutrientes arcillosos.

Suelos Margosos

El término “marga” es un poco confuso, pues que no dice nada acerca del contenido de arena, cieno y arcilla. Tampoco es una mezcla igual de los tres como se muestra en la figura 2-1, las margas contienen aproximadamente 45% de arena, 40% de cieno y 15% de arcilla. Eso es porque se necesita mucho más arena que arcilla para influir en el comportamiento de un suelo. Idealmente, una marga combina todas las ventajas de los suelos arenosos y arcillosos sin tener ninguna de las desventajas. Una marga-arcilla tiene suficiente arcilla adicional para mostrar algunos de los rasgos negativos de los suelos arcillosos, pero no para clasificarse como una arcilla. Igualmente, una arcilla arenosa contiene suficiente arena extra para sufrir algunos problemas moderados de capacidad para almacenar agua y de filtración excesiva, pero no tanta como un suelo arenoso verdadero.

Suelos Arcillosos

Ventajas

- * Buena capacidad para almacenar agua (aproximadamente el doble de las arenas).
- * Menos filtración de nutrientes debido a su carga negativa más alta y menos movimiento de agua hacia abajo debido a mayor capacidad de retención de agua. Recordar sin embargo, que las arcillas “tropicales” pueden tener muy baja carga negativa.
- * Usualmente tiene más fertilidad nativa que los suelos arenosos, pero no siempre, especialmente aquellos cuyos minerales de arcilla son de los tipos “tropicales”.

Desventaja de los Suelos Arcillosos

- * Más difíciles de labrar: no solamente en cuanto a la energía requerida, sino también en cuanto a la humedad ideal para la labranza. Si se cultiva al estar demasiado mojados, son compactos y pegajosos. Si están demasiado secos, están demasiado duros para ser labrados.
- * Más susceptibles al mal desagüe debido al lento movimiento de agua hacia abajo. (Este no es un problema en una pendiente).
- * Más susceptible a la compactación del suelo por tráfico de máquinas, animales o personas.
- * La absorción lenta de agua estimula al desagüe por la superficie en cantidades excesivas por las pendientes.
- * Los suelos con mucha arcilla (o cieno) tiende a formar terrones al secarse, lo que puede inhibir la emergencia de planta de semillero.

!Tenga cuidado de no Generalizar Demasiado!

No interprete las generalizaciones de arriba acerca de suelos arenosos, canagosos y arcillosos en forma estricta. Muchos suelos arcillosos no son mal desagüados ni de fertilidad natural alta. De los tres grupos, los suelos arcillosos probablemente son las más variables.

¿Es Importante la Fertilidad Natural?: Probablemente no es tan importante hoy en día como fuera en el pasado, pues la mayoría de los agricultores tienen acceso a fertilizantes químicos y orgánicos. Usualmente la fertilidad es mucho más fácil de mejorar que los problemas físicos como el mal desagüe, suelos poco profundos o excesiva arcilla; sin embargo los agricultores sin suficiente fertilizante orgánico quizás no tendrán bastante dinero o crédito como para comprar fertilizantes químicos.

COMO MEJORAR LOS SUELOS ARENOSOS O ARCILLOSOS

NOTA: Referirse también a la sección acerca de suelos arcillosos en el Capítulo 4.

- * Añadir materia a cualquiera de los dos: Abono, estiércol y siembras de estiércol verde beneficiarán mucho a estos suelos (y también a las margas). Además de añadir nutrientes,

ellos aflojan los suelos arcillosos y juntan suelos arenosos. También mejoran la capacidad de las arenas para almacenar agua y aumentan su carga negativa. La materia orgánica como las cáscaras de arroz, de mijo, de las semillas de algodón o de maní, no añade muchos nutrientes, pero son valioso para aflojar los suelos arcillosos. Se trata en detalle de las condiciones del suelo en el Capítulo 8.

- * Cubrir el suelo: Cubrir el suelo con una capa de paja, pasto seco, hojas secas, etc. ayudará a disminuir la pérdida de agua a través de la evaporación de los suelos arenosos. Hacer lo mismo con los suelos arcillosos eventualmente añadirá materia orgánica y atraerá lombrices de la tierra, y ambos suelen aflojar el suelo.
- * Reducir el tráfico de máquinas, animales y personas sobre los suelos arcillosos, especialmente cuando están mojados, ayudará a reducir la compactación del suelo.
- * Sobre suelos arcillosos mal desaguados, cultivar en almácigos levantados evitará que las plantas tengan “pies mojados”. (Se trata de almácigos levantados en el Capítulo 4).
- * Frecuentemente se recomienda cultivar en almácigos planos o hundidos en suelos arenosos (y a veces en otros suelos), en áreas secas o donde las sequías son comunes (ver capítulo 4).
- * Añadir arena a arcilla o arcilla a arena: Con la información presentada en esta sección, usted debe ser capaz de interpretar este dicho:

“Arcilla a arena es como un pájaro en la mano
Arena a arcilla es como malgastar su dinero”

Como implica el dicho, será necesario añadir mucho más arena a un suelo arcilloso que arcilla a un suelo arenoso para modificar su comportamiento. Una tercera línea del dicho podría ser “un poco de arcilla puede hacer maravillas”.

Revise otra vez los gráficos acerca de la textura del suelo (Figura 2-1) para ver cuánto contenido de arena es necesario para clasificar un suelo como arenoso en comparación a arcilla para clasificar como arcilloso. Sea que se trate de añadir arcilla a la arena o vice-versa, este remedio probablemente será factible solamente en áreas muy pequeñas, especialmente para añadir arena a arcilla.

CONDICION FISICA DEL SUELO

La condición física del suelo también se llama “tilth”. Un suelo con buena condición física que se cultiva fácilmente, se desmigaja bien y absorbe rápidamente el agua cuando está seco. Un suelo con mala condición física es difícil de labrar, demasiado grumoso o flojo, y absorbe lentamente el agua cuando está seco.

¿Qué influye en la condición física? La textura, la materia orgánica y el contenido de agua tienen papeles que determinan la condición física de un suelo.

La condición física de un suelo no es estática; Puede variar notablemente con cambios del contenido de la humedad del suelo, especialmente en suelos arcillosos los cuales se pueden labrar solamente dentro de un alcance muy limitado de contenido de humedad, fuera del cual están demasiado duros o pegajosos.

¿Cómo mantener o mejorar la condición física del suelo?

- * Mejorar la condición física mediante la adición de arena o arcilla es practicable solamente en áreas pequeñas y aun en ellas requiere mucho trabajo.
- * Las adiciones regulares de materia orgánica al suelo son muy beneficiosos. El drenaje de la tierra o el uso de almácigos altos pueden ayudar a aliviar la humedad excesiva que causa la pobre condición física del suelo.
- * Realizar maniobras de labranza en el tiempo oportuno: Bajo condiciones buenas de humedad, labrar y remover pueden mejorar la condición física a través de descomponer grumos y aflojar la tierra dura. Pero, cuando el suelo esta demasiado seco o mojado, labrarlo puede dejarlo en peores condiciones físicas que antes.
- * No labrar demasiado: Revolver y abria el suelo la airean, estimulando así la aceleración por hongos y bacterias de la descomposición de materia orgánica valiosa. Labrar puede aflojar el suelo superior, pero frecuentemente compacta el subsuelo, especialmente cuando se realiza con tractores o con máquinas tiradas por animales sobre suelos arcillosos mojados.
- * Elegir cuidadosamente las siembras: Algunas siembras, como el algodón, maní, tabaco y hortalizas, requieren tráfico frecuente entre las hileras para cuidar las plantas. La condición física del suelo sufrirá y su compactación aumentará cuando no se alternan estas siembras con otras que requieren menos tráfico y devuelven más materia orgánica al suelo, como granos y siembras de forraje.

CAPACIDAD DEL SUELO PARA ALMACENAR AGUA

Cómo los Suelos Almacenan Agua

- * Aproximadamente la mitad del volúmen de un suelo es espacio poroso que se llena con cantidades variables de agua y aire, de acuerdo con la humedad actual del suelo.
- * El agua es retenida almacena en los espacios porosos en forma de capas adheridas a las partículas del suelo.
- * Los poros más pequeños del suelo se llaman “microporos”, los más grandes se llaman Macroporos. Los macroporos no almacenan bien el agua, pues las capas en ellos son demasiado grandes para adherirse bien a las partículas del suelo que les rodea.

No toda el Agua del Suelo está Disponible para las Plantas

Los suelos almacenan agua casi en la misma forma en que lo hace una esponja, y así usaremos esta analogía para explicar algunos conocimientos básicos acerca del agua del suelo. Obtenga una esponja y un balde de agua y haga lo siguiente:

- * Meta la esponja en el agua y después sosténgala arriba del balde. Algo del agua se sale de la esponja, aunque no la esté exprimiendo. Esta agua viene de los espacios de los macroporos de la esponja, donde las capas se vuelven muy gruesos para ser retenidas contra la gravedad. Esta es el agua de desagüe. Ella se baja hasta el nivel del agua (donde el agua se estanca) o corre hasta llegar al suelo más seco, donde es retenida en los microporos.
- * Agua disponible vs no disponible: El agua que queda en la esponja después de este desagüe natural queda en los microporos. Es igual en el suelo. Se dice que un suelo así está a su capacidad del campo (tiene sus microporos llenos). Ahora, exprima la esponja. Inicialmente, es fácil extraer agua, pero después se pone más difícil. Otra vez, es igual en el suelo. Sólo aproximadamente la mitad del agua es la disponible para las raíces de las plantas.

Cuando se seca el suelo las capas de agua adelgazan y se atan más fuertemente a las partículas del suelo, así haciéndole más difícil a las raíces obtener agua. Cuando el suelo llega al punto permanente de marchitar, las plantas van a marchitarse (y pueden morir) si no se añade agua, aunque el suelo esté lejos de una sequía completa. El agua restante en este punto se llama agua no disponible y es inútil a las plantas.

La Diferencia entre Capacidad para Almacenar Agua y Desagüe

Al principio, podría parecer una contradicción que algunos suelos puedan tener buena capacidad para almacenar agua justo con buen desagüe, pero estos factores son compatibles. Este es debido al hecho que el desagüe ocurre solamente en los macroporos, mientras que la capacidad para almacenar agua queda en los microporos. Las capas de agua en los microporos son resistentes al desagüe por la gravedad. Son los macroporos los que permiten al suelo mantener suficiente aire para las raíces cuando el desagüe no está impedido.

Cómo la Textura del Suelo y la Materia Orgánica Influyen Sobre la Capacidad para Almacenar Agua

La textura del suelo tiene la mejor influencia sobre su capacidad para almacenar agua. Como muestra la tabla 2-3, las arcillas y marga-arcillas tienen los suelos arenosos. Eso es porque, en términos de espacio poroso, los suelos arcillosos tienen una preparación mejor de microporos para atar el agua de lo que tienen los suelos arenosos. Notable, ellos también tienen más espacio poroso total y, por eso, la arcilla seca suele pesar menos que un volumen igual de arena seca.

TABLA 2-3

El Efecto de la Textura del Suelo Sobre la Capacidad para Almacenar Agua

	<u>Litros de Agua Disponibles Almacenados por 30 cm de profundidad de Suelo por Metro Cuadrado*</u>	<u>Pulgadas de Agua Disponible Almacenadas por 30 cm de Suelo**</u>
Arenas	6,3-18,9 litros	0,25-0,75 pulgadas
Arenas Margosas	18,9-31,2 litros	0,75-1,25 pulgadas
Margas Arenosas Finas	37,5-43,5 litros	1,50-1,75 pulgadas
Marga Arcillas	43,5-62,5 litros	1,75-2,50 pulgadas
Arcillas	50,0-62,5 litros	2,00-2,50 pulgadas

* Estas cifras se basan en suelo a capacidad de campo (es decir, con microporos llenos y macroporos vacíos)

**Una pulgada igual a 2,5 cm.

El humus puede ayudar en algunos casos: ayudará a aumentar la capacidad para almacenar agua de los suelos arenosos, pero no ayudará mucho a los suelos arcillosos que ya tienen buena capacidad para ello.

Capacidad para Almacenar Agua y Penetración de Agua

La figura 2-2 muestra el concepto importante de que los suelos arenosos son más susceptibles a perder agua por filtración que los suelos arcillosos, debido a su menor capacidad para almacenar agua. Si se están cultivando plantas de lechuga con raíces hasta de 30 cm de profundidad es el suelo arenoso de la figura 2-2 y en el suelo arcillosos, el arcilloso podría recibir casi dos veces tanta agua por riego como el arenoso, sin sufrir pérdidas por filtración. También se necesitará regar solamente con la mitad de la frecuencia que necesita la arena. La cantidad de agua total necesaria por semana sería igual, sin embargo, para ambos suelos.

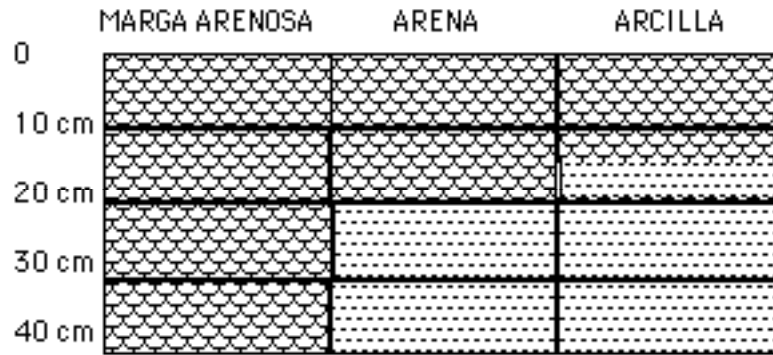


FIGURA 2-2: Profundidad hasta la cual 3 cm de agua (30 litros por metro cuadrado) rellenará un suelo seco (en este caso, al punto permanente de marchitar) a capacidad de campo.

DESAGÜE O DREBAJE DEL SUELO

Drenar significa la capacidad del suelo para sacar el agua excesiva (el agua de los macroporos) a través del movimiento hacia abajo causado por la gravedad. Es afectado por la topografía, la textura; condición del suelo, profundidad. Casi todas las siembras necesitan desagüe moderadamente bueno para que sus raíces puedan obtener suficiente oxígeno; algunas excepciones son el arroz y la mayoría de las variedades de taro (Colocasia esculenta).

Los suelos mal desaguados afectan adversamente la rendición de siembras en varios modos:

- * A las raíces les falta oxígeno adecuado, pues los macroporos están principalmente llenos de agua.
- * Las enfermedades de bacterias y hongos, transmitidos por el suelo, aumentan.
- * El nitrato de nitrógeno (un nutriente), es susceptible de perderse a través de un proceso llamado desnitrificación (vea Capítulo 6).
- * El hierro y el manganeso pueden llegar a ser bastante salubres como para dañar las raíces de las plantas.

Aunque los suelos arcillosos son más susceptibles a problemas de desagüe éstos ocurren también en los suelos arenosos en casos en que el nivel de agua esté cerca de la superficie del

suelo. (El nivel del agua es la superficie superior del agua del suelo bajo la cual la tierra está completamente saturada de agua).

Cómo Notar Problemas de Desagüe

Usted y los agricultores pueden reconocer fácilmente las áreas de poco drenaje en un terreno. Lo siguiente es lo que se debe buscar:

- * Topografía: El mal desagüe es más común en terrenos planos o áreas bajas donde el agua se queda usualmente después de llover o de regar. Los suelos con una pendiente, o declive, aunque leve, raras veces tienen problemas de desagüe pero, probablemente son propensos a tener el opuesto, que es el desagüe excesivo superficial.
- * Presencia de capas duras o capas de arcilla: Una capa dura es un lecho endurecido y cementado de suelo de algunos centímetros de espesor que usualmente queda en la parte inferior de la capa de suelo superior o en la parte superior del subsuelo. Queda dura aun al mojarse y limita el desagüe y el crecimiento de las raíces. Una capa de arcilla es un lecho denso de arcilla más espesa que queda en el subsuelo y se afloja un poco al mojarse. Sin embargo, impide el desagüe y el crecimiento de las raíces. Excave un hoyo para buscar tales capas.
- * Aspecto de la siembra: Las siembras cultivadas en áreas mal desaguadas serán mal desarrolladas y amarillas en comparación a las siembras circundantes. Tenga en cuenta, sin embargo, que otros problemas como deficiencia del nitrógeno o enfermedades pueden producir estos mismos síntomas. Sospeche del drenaje POBRE sólo cuando el mal desarrollo o el amarillo se asocian con áreas bajas de agua estancada.
- * Agua estancada: cualquier área donde se estance agua por uno o dos días después de llover o regar es probablemente mal drenada.
- * Color del subsuelo: Los subsuelos rojos, rojo-castaños o amarillos indican muy buen desagüe. Eso es porque la presencia de suficiente aire les permite quedarse en formas oxidadas al hierro y al manganeso del suelo, lo que se indica por colores brillantes. Los grises y azules oscuros indican la forma reducida (poco oxígeno) que significa mal desagüe. Algunos suelos en áreas mojadas-secas tienen subsuelos con rayas alternadas de colores brillantes y oscuros. Este patrón de color se llama mateado y significa fluctuaciones en el desagüe del suelo (bueno durante la estación seca y malo durante la estación mojada) causado por la variación del nivel del agua.

Cómo Probar el Suelo para el Mal Desagüe

- * La prueba del hoyo: Excavar un hoyo de 60-90 cm de profundidad y llenarlo con agua; dejarlo drenar y llenarlo otra vez. En un suelo bien drenado, el nivel de agua debe disminuir 2-3 cm por hora y desaparecer en 24 horas. Pero, si el mal desagüe es causa de

una capa dura o de arcilla, esta prueba no vale, puesto que el problema se remediará rompiendo la capa al cavar el hoyo.

- * Buscando un nivel alto de agua: El mal desagüe en áreas bajas frecuentemente es causa de un nivel alto de agua. Idealmente, el nivel de agua debe ser por lo menos 100 cm abajo de la superficie del suelo, por lo menos durante la estación de crecimiento de las siembras. Al excavar un hoyo, se puede saber fácilmente cuando llegue al nivel de agua, pues ésta empezará a llenar el hoyo.

NOTA: En algunos casos un nivel alto de agua realmente puede ayudar al crecimiento de una siembra proporcionando agua durante sequías largas a través del movimiento capilar del agua hacia arriba (si el nivel de agua no es tan alto que afecte el desagüe de la zona de las raíces). Sin embargo, siempre existe un riesgo de mal desagüe en tales áreas durante años lluviosos.

Manejando los Problemas de Desagüe

En primer lugar, determine la causa del problema antes de elegir cual de los métodos siguientes será eficaz para tratarlo.

- * Tipos de almácigos para áreas de mal desagüe: Cultivar las siembras en almácigos levantados o lomos puede aliviar problemas no graves de mal desagüe. Ver Capítulo 4.
- * Descomponer capas: Esto se puede hacer con azadas y picos o con tractores con aradas del subsuelo (hojas estrechas que penetran hasta 40-50 cm de profundidad). A veces las capas duras se pueden descomponer y aflojar permanentemente así, pero las capas de arcillas usualmente se reforman después de romperse, porque usualmente están mojadas y no se descomponen completamente. En áreas pequeñas, el mejor método para descomponer permanentemente capas de arcilla es doble-excavar el suelo y añadirle un acondicionador orgánico para aflojar el suelo donde queda la capa. (Se explica el doble-excavar en el Capítulo 4).
- * Badenes de desagüe para agua superficial: Estos son badenes pocos profundos y bien anchos que siguen las depresiones naturales del terreno para llevar afuera el agua. Asegúrese que el desague sea satisfactorio para que los problemas de desagüe de un agricultor no pasen a otro.
- * Badenes de desagüe bajo la superficie: Los badenes poco profundos quitan solamente el agua superficial. Para quitar el agua excesiva de abajo de la superficie, se pueden usar badenes más profundos y numerosos. Ellos atraerán el agua excesiva de adentro del suelo. Estos badenes usualmente se ponen cada 15-25 metros, de acuerdo con el tipo de suelo (más cerca para los suelos más arcillosos) y se caba hasta 30-60 cm de profundidad. La anchura de arriba varía entre el 2-5 metros aproximadamente y la de abajo entre el 1,5-2 metros aproximadamente. Los badenes en forma de “V” permiten el paso de

máquinas agrícolas. Por supuesto, los badenes tienen que estar planeados para conducir el agua afuera del terreno y eventualmente hasta un desagüe natural como ser un arroyo.

- * Azulejo o caño plástico de desagüe: el caño de desagüe se puede colocar de 80-100 cm bajo tierra para desaguar subsuelos naturales y conducir el agua afuera del terreno. Secciones cortas (30-40 cm) de caño hecho de arcilla y con un diámetro de 10-12 cm se pueden poner extremo con extremo en un badén y cubrirlo con paja, papel o tierra para evitar que se tape. Un caño de plástico flexible perforado se puede obtener en su país para este uso. El caño o azulejo se colocan también con un poco de declive (de aproximadamente 20-50 cm por cada 100 metros de largo) y debe estar dirigido hacia un desagüe tal como un badén o canal. El intervalo entre los caños o azulejos varía desde aproximadamente 10 a 20 metros en suelos arcillosos y de 30-90 metros en suelos arenosos. Si la tierra tiene una vía natural de desagüe, poner tal línea subterránea para desagüe a lo largo de esta vía puede acelerar la remoción de agua de las áreas en que se hallan acumuladas.
- * La nivelación de la tierra: llenará las depresiones y reducirá las alturas, aunque éstas pueden terminar perdiendo mucho suelo superior. Se pueden fabricar localmente raspadores tirados por animales.

Los sementeros tienen problemas especiales de desagüe: Vea Capítulo 4.

PROFUNDIDAD DEL SUELO

La profundidad de un suelo se refiere a la profundidad del suelo superior más la profundidad del subsuelo y se puede determinar fácilmente con una pala. Los suelos se pueden clasificar como profundos o pocos profundos, de esta manera:

	<u>Profundidad</u> (Suelo superior + subsuelo)
Suelos profundos	90 cm +
Moderadamente profundos	50-90 cm
Poco profundos	25-50 cm
Muy poco profundos	Menos de 25 cm

Profundidad Real vs Utilizable: Frecuentemente existe una diferencia grande entre profundidad real y profundidad utilizable, pues que los siguientes factores pueden también limitar la penetración de las raíces:

- * Compactación excesiva del suelo (usualmente del subsuelo)
- * Capas duras o de arcilla (explicadas en la sección sobre drenaje)
- * Mal drenaje
- * Acidez excesiva (muy bajo el PH) del subsuelo
- * Profundidad potencial de las raíces de la siembra; algunas plantas tienen raíces naturalmente más profundas que otras. (Vea tabla 5-1 en el capítulo 5 sobre el manejo del agua)
- * Regar demasiado levemente puede limitar la penetración de las raíces, pues no crecerán en suelo seco.

El Valor de las Raíces Profundas

Las raíces profundas no son siempre necesarias para obtener buen rendimiento de las siembras. Algunos suelos superficiales pueden producir excelente rendimiento mediante un buen manejo. Sin embargo, hay beneficios que alientan las raíces profundas.

- * Mejor tolerancia a las sequías
- * Mejor absorción de nutrientes, pues las raíces exploran más suelo
- * En siembras regadas, las raíces más profundas permiten la aplicación de más agua por riego y más tiempo entre riegos. Esto puede ser muy beneficioso en áreas donde los agricultores riegan por medio de surcos y reciben agua de un badén central con un horario irregular.

Cómo Alentar Raíces más Profundas

- * Usar almácigos levantados o lomos; pues ellos realmente aumentan la profundidad del suelo y proporcionan una capa doble de suelo superior. Sin embargo, no son buenos en condiciones secas, pues se secan demasiado rápidamente.
- * La doble excavación: ayudará a animar el crecimiento de las raíces en un subsuelo que anteriormente era inóspito.

- * Evitar regar demasiado levemente; esto es más común en suelos arcillosos, debido a su alta capacidad para almacenar agua.
- * El uso de fertilizantes mejora el crecimiento de raíces más profundos.

PENDIENTE O DECLIVE DEL SUELO

La pendiente del suelo tiene un impacto notable sobre la cantidad de desagüe superficial y la erosión del suelo causada por el agua corriente. La pendiente usualmente se mide en términos de porcentaje. Una pendiente de 10 por ciento tiene 10 metros de caída vertical por 100 metros de distancia horizontal (o 10 pies por 100 pies). Una pendiente de cien por ciento iguala a 45 grados. Son necesarios métodos de conservación del suelo en tierras con pendientes tan leves como 1-2 por ciento.

Se puede medir la pendiente con un artefacto hecho en casa. Esto se explica en el Capítulo 3 sobre la conservación del suelo.

CAPITULO 3

METODOS BASICOS PARA LA CONSERVACION DEL SUELO

Existen pocas áreas en el mundo donde la erosión no haya cobrado su peaje en la estancia o en el ambiente circundante. Esto es especialmente cierto en gran parte del Tercer Mundo, donde las condiciones climáticas difíciles, que vivían entre lluvias torrenciales y sequías, con vientos estacionales dañosos, se han combinado con prácticas defectuosas del uso de la tierra para acelerar los problemas de la erosión. La erosión en el campo resulta en pérdida de suelo, disminución de rendimientos y hasta el abandono de la tierra. En el entorno circundante, la erosión es ambas cosas: causa y efecto de la deforestación y de la deserción.

Este capítulo proporciona una presentación de conocimientos básicos sobre métodos de conservación para combatir la erosión del suelo en estancias pequeñas.

EROSION POR LA LLUVIA

LOS EFECTOS DE LA EROSION POR LA LLUVIA

Sobre los suelos con pendientes donde no se usan métodos de conservación para combatir la erosión por lluvia, la tierra del minifundio y los rendimientos de sus siembras serán adversamente afectados por varias razones:

- * La profundidad del suelo disminuye debido a la pérdida del suelo superior.
- * La fertilidad del suelo disminuye. La erosión por lluvia saca principalmente las partículas más pequeñas del suelo -las partículas de humus y de arcilla-, que contienen la mayor parte de la fertilidad del suelo. Algunas investigaciones han mostrado que la materia erosionada que se encuentra al fondo de una pendiente contiene 2-5 veces más nutrientes de plantas que el suelo que se queda sobre la pendiente.
- * La humedad del suelo disminuye debido a que el agua sigue un cauce que produce menor infiltración dentro del suelo.
- * La condición física del suelo se deteriora debido a la pérdida de humus y suelo de la capa superior.
- * La humedad del suelo disminuye debido a que el agua sigue un cauce superficial que ocasiona una menor infiltración dentro del suelo.

Además, el ambiente circundante de daña:

- * Las inundaciones aumentan debido al mejor desagüe superficial en los ríos y arroyos. Este desagüe también frecuentemente causa erosión fuera de la estancia.

- * Los canales, los ríos, y las represas pueden obstruirse con aluvión cuando se acumula el suelo erosionado.

MECANISMOS DE LA EROSION DEL SUELO POR LLUVIA

Conocer al enemigo es una ayuda. La erosión por lluvia es causada por el "duo dinámico" salpicar de las gotas de lluvia y el flujo superficial de agua en terrenos con declive. Las gotas de lluvia actúan en forma muy similar a pequeños golpes de martillo que es desagradable debido a su asombrosa cantidad:

- * Compactan el suelo, disminuyendo así la infiltración de agua y aumentando el desagüe superficial.
- * Rompen los terrones en sus partículas componentes, las cuales se hacen más susceptibles a ser llevadas por el agua corriente.
- * Mantienen en suspensión las partículas de arena facilitando así su transporte y raspan asimismo la superficie del suelo mediante lo cual sacan más partículas.

Las gotas de lluvia que caen sobre tierra plana no son un problema, ya que el suelo se mueve igualmente en todas direcciones. Sin embargo, cuando las gotas caen sobre suelos con pendientes, (aún con pendientes muy leves, como veremos en seguida) una erosión grave puede ocurrir debido a los dos tipos de afluencia superficiales:

- * Afluencia laminar es una caída de agua uniforme, más común sobre pendientes leves, que causa erosión laminar.
- * Afluencia canalizada es más común sobre pendientes más inclinadas donde el agua frecuentemente se junta y mueve hacia abajo en canales. Primeramente, esto causa pequeños surcos de solo pocos centímetros de profundidad, llamados riachuelos. Sin embargo, si se permite que continúe, el resultado inevitable serían las barrancas de 30-100 cm de profundidad.

Magnitud de las Pérdidas Canalizadas de la Erosión por Lluvia: un terreno no protegido con una pendiente de solamente 4-5 por ciento (4-5 metros de caída por 100 metros de distancia horizontal) fácilmente puede perder 100 toneladas métricas de tierra por hectárea por año, lo que iguala a aproximadamente 1 cm de profundidad.

FACTORES INTERVINIENTES EN LA EROSION POR LA LLUVIA

Interferencia humana, pendiente, lluvia, condición del suelo, y cubierta del suelo son los factores que influyen más sobre la cantidad de erosión por lluvia que se pueda producir.

Interferencia humana

Si bien la erosión se produce en el entorno natural no tocado, varios tipos de interferencia humana han conducido a acelerar la erosión producida por la lluvia.

- * Incendios forestales y quema de pasturas
- * Deforestación para madera y leña
- * Cultivo sobre pendientes no protegidos: aun en la práctica de cambio de cultivo (vea Capítulo 8), que puede ser ecológicamente buena bajo poca presión de población, es actualmente una causa principal de erosión en países tales como Filipinas donde la presión sobre la tierra ha causado una continua disminución del periodo de desmonte para mejorar la vegetación.
- * Excesivo-cultivo de la tierra agrícola debido a la presión de la tierra y a la excesiva producción de maní y algodón para la venta. Tales siembras probablemente aumentan la erosión porque son lentas en producir capas de tierra protectora y dejan relativamente pocos residuos posteriores a la cosecha para mantener la materia orgánica en el suelo.
- * Excesivo-pastar del ganado: en pendientes o declives es una causa principal para la erosión causada por la lluvia en países como Lesotho.

Pendiente

Tanto la inclinación como el largo son importantes:

- * Duplicar el largo de una pendiente aumenta sus pérdidas por erosión en 150 por ciento debido a la mejor velocidad del flujo de agua. La capacidad del agua para llevar tierra es proporcional a la sexta potencia de su velocidad. (Por ejemplo, duplicar la velocidad de la corriente de agua aumentará su capacidad para llevar tierra en 64 veces).
- * Duplicar el largo de una pendiente producirá el aumento de pérdidas de suelo por erosión en por un 50 por ciento al permitir al agua acumularse en más volumen y mayor velocidad.

Medición del declive: Dos métodos se describen en la siguiente sección sobre prácticas de conservación.

Lluvia

Tanto la cantidad como la intensidad de la lluvia son importantes, especialmente la última. Una caída de lluvia anual de 250 mm, concentrada en solamente 3 meses puede causar más erosión que una caída de 2000 mm distribuida en 10-12 meses. En verdad, la erosión por lluvia es muy común en zonas semi-áridas como el Sahel de Africa cuya corta estación lluviosa consiste principalmente en lluvias cortas de alta intensidad. Además, tales regiones carecen usualmente de la capa vegetal protectora de las áreas más húmedas.

Condición del suelo

La condición del suelo tiene un gran impacto sobre las pérdidas por erosión:

- * Un nivel saludable de humus (por lo menos 3-4 por ciento por peso) actúa como una "goma beneficiosa" que une las partículas de tierra para producir una estructura semejante a migajas. Estos terrones muy pequeños (llamados agregados) son lo suficientemente pesados como para no ser llevados pendiente abajo por el agua y resistentes también a ser rotos por las gotas de lluvia.
- * Los suelos con buena condición física permiten al agua penetrar mucho más fácilmente, disminuyendo así el desagüe pendiente abajo.
- * Algunos suelos tropicales muy viejos y desgastados con una proporción alta de arcillas de óxido acuoso (vea Capítulo 1) tienen una estructura natural parecidas a las migajas, no relacionada con el contenido de humus, que les hace menos susceptibles a la erosión, muy semejantes a los suelos con buenos niveles de materia orgánica.

TABLA 3-1

En Puerto Rico el efecto de la capa vegetal sobre la erosión del suelo pierde en un 40% de declive bajo 2000 mm anuales de lluvia.

<u>Tratamiento</u>	<u>Pérdida anual de suelo</u> (toneladas métricas por Ha)
Suelo raso expuesto	286,7
Rotación de siembra de maíz, batata, etc.	38,1
Caña de azúcar	17,2
Pasturas 2,7	

- * Cantidad de cubierta del suelo: Cualquier tipo de cubierta o capa del suelo como capas de paja y estiércol, residuos de cosechas o vegetación natural, es muy eficaz para reducir el golpe de las gotas de lluvia y la velocidad del flujo superficial del agua. Las raíces de las plantas también ayudan a proteger el suelo. El valor protector de la vegetación depende mucho de la siembra, su esparcimiento así como de la cantidad y rapidez del crecimiento de las hojas. Como cualquier tipo de vegetal es mucho mejor que el suelo.

TECNICAS PARA COMBATIR LA EROSION POR LLUVIA

Esta sección está destinada a dar algunos conocimientos básicos iniciales en conservación del suelo y sentar las bases para una mayor investigación y discusión con agricultores y especialistas en conservación. Tanto como muchas otras prácticas agrícolas, la conservación del suelo es un esfuerzo específico al lugar, que significa que se necesitarán adaptar los métodos al suelo particular, clima y prácticas agrícolas. Si planea promover la conservación del suelo en su área, conviene hacer primeramente algunas cosas:

- * Buscar ayuda del servicio agrícola local y también del servicio forestal, los cuales usualmente se ocupan de la conservación del suelo. Cuando sea posible, unirse con cualquier programa actual de conservación en camino en vez de trabajar solo.

- * Visitar granjas donde se usan eficazmente prácticas de conservación del suelo. Llevar consigo a los agricultores quienes están pensando en la conservación.
- * Leer sobre el tema. Algunas referencias beneficiosas se listan en el Apéndice H.

Motivando a Agricultores a Adoptar Prácticas de Conservación del Suelo

Es un hecho: Conservación del suelo también significa conservación de la humedad: No es siempre fácil convencer a los agricultores de algunas partes del mundo a usar prácticas de conservación del suelo. Algunos métodos, como terrazas y badenes de contorno, requieren mucho trabajo y los beneficios inmediatos pueden ser inciertos. Tratar de la conservación del suelo solamente desde el punto de vista de guardarlo no suele motivar bastante a los agricultores. Sin embargo, un beneficio importante e inmediato de cualquier método de conservación del suelo es el aumento de la retención de la humedad, que usualmente produce mejores rendimientos

Los declives no protegidos suelen ser áridos y secos, debido al alto desagüe superficial y baja infiltración de agua. Tal aumento de rendición en si mismo puede ser bastante motivador para que los agricultores adopten prácticas de conservación del suelo; así ha sido el caso en El Salvador donde muchos agricultores de pequeña escala quienes plantan maíz, sorgo y porotos en pendientes difinidas.

Resúmen de algunos Métodos Comunes de Control de la Erosión Causada por la Lluvia.

La conservación del suelo es una especialidad demasiado amplia para tratar completamente en esta sección. Por eso, vamos a resumir brevemente las técnicas comunes listadas abajo y después trataremos en detalles algunas (señaladas con un asterisco). También se enseñará cómo medir pendientes y planear líneas de contorno; dos etapas iniciales esenciales en la mayoría de los métodos de conservación del suelo.

Métodos Comunes de Conservación del Suelo

- * Cubiertas del suelo *(tratadas en el Capítulo 8)
- * Labrar y plantar en contorno
- * Sembrar en franjas de contorno *
- * Badenes y bancos de contorno *
- * Murallas de piedra
- * Varios tipos de terrazas *
- * Reversión a forraje permanente o bosque

Es beneficioso recordar que cualquier práctica que reduzca el golpear de las gotas de lluvia o el flujo superficial de agua ayudará a combatir la erosión por lluvia.

Cubiertas del suelo: Aún un poco de cubierta del suelo puede reducir notablemente la pérdida por erosión. Una investigación sobre una pendiente moderada mostraba que las pérdidas del suelo se desminuyeron en un 75 por ciento después de distribuir paja sobre la superficie del suelo en cantidades de 850 Kg por hectarea (85 gramos por metro cuadrado). En algunos casos las cicatrices de la erosión se pueden estabilizar cubriendo el área con matorral, trabajando desde el fondo hasta la cumbre y asegurándolos con estacas. La Erosión desde arriba cubre gradualmente el matorral, formando así un área donde se puede establecer vegetación protectora.

Labrar y plantar en contorno: Con este método, la labranza se realiza siguiendo el contorno de la pendiente (perpendicular a la dirección de la si pendiente) en vez de paralelo a ella. Las hileras de siembras siguen la línea de contorno. Cuando se usa como la única medida de conservación puede ser adecuada en pen dientes hasta de 8% y de no más de 100 metros de longitud, dependiendo del suelo, de la siembra, de la lluvia y otros factores. Cuando mucho esta práctica las pérdidas por erosión en un 50 por ciento



FIGURA 3-1: Un terreno que se ha labrado y plantado en contorno.



FIGURA 3-2: Sembrando en franjas de contorno.

Sembrar en Franjas de Contorno: Este método lleva un poco más allá del labrar y plantar en contorno y algunas versiones pueden bastar para pendientes tan altos como 40-50 por ciento. Sus características principales son:

- * Franjas de siembras densamente plantadas u otros tipos de siembras protectoras (leucaena, pasto, piñas, sisal, granos pequeños, etc) se alternan con franjas de siembras en hileras como maíz o poroto, todas siguiendo el contorno.
- * La anchura de las franjas hacia abajo varía con las condiciones del suelo, pero usualmente son de entre aproximadamente 25-40 metros sobre pendientes de 2-7 por ciento hasta tan poco como 4 metros de ancho sobre pendientes de 40-50 por ciento.
- * Las franjas densamente plantadas retardan la velocidad el desagüe superficial (que aumenta su velocidad sobre las franjas de siembras en hileras), aumentan la infiltración de agua, y reducen la cantidad de desagüe superficial.

Luego en este capítulo, trataremos de una técnica de sembrar en contorno llamada S.A.L.T. (siglas en inglés que significa Tecnología para la Tierra Agrícola Empinada) que ha tenido éxito en las Filipinas.

Sistema de Badenes y Bancos de Contorno: Puede ser bastante eficaz sobre pendientes tan altas como 45 por ciento (aproximadamente 24 grados). Las características principales de este sistema son:

- * Combina labrar/plantar en contorno con la colocación de badenes pequeños que siguen el contorno y se espacian a intervalos sobre la pendiente.
- * La tierra excavada para construir los badenes se pone al lado de la caída de ellos para evitar que el agua rebose.
- * Una barrera viva de pasto denso (elefante, guinea, etc), piña, o sisal de 30-50 cm de anchura se planta por el lado superior del badén para mantener unido el suelo y capturar cualquier suelo llevado por el agua desde arriba hasta los badenes.
- * Se puede plantar al contorno siembras en hileras entre los badenes, las cuales se colocan cada 4-20 metros, dependiente de las condiciones.
- * Si a las siembras paradas como el maíz, el sorgo y el poroto de arbusto se les tira tierra en la hilera de la siembra (llamado apilando tierra) para limitar malezas y apoyar las siembras, ayudará a impedir el movimiento de caída del agua.
- * Los badenes se diseñan para incluir una pendiente leve (0,5 por ciento) para que puedan conducir lentamente el agua afuera del terreno.
- * Los badenes conducen a una vía de agua con pasto o piedras que lleva el agua al fondo de la pendiente sin causar barrancas. (NOTA: Una vía de agua protegido es esencial, sin ella terreno puede sufrir erosión grave, aunque las otras partes del sistema sean hechas perfectamente).

- * Donde el subsuelo es arcilloso y almacena bien el agua, se pueden excavar estanques (en los badenes o en sus extremos) para recoger y almacenar agua para uso en las siembras durante las sequías.

El sistema de badenes y bancos de contorno se ha usado con éxito en América Central, el Mar Caribe y otras áreas. Se tratará con más detalles luego en este capítulo.

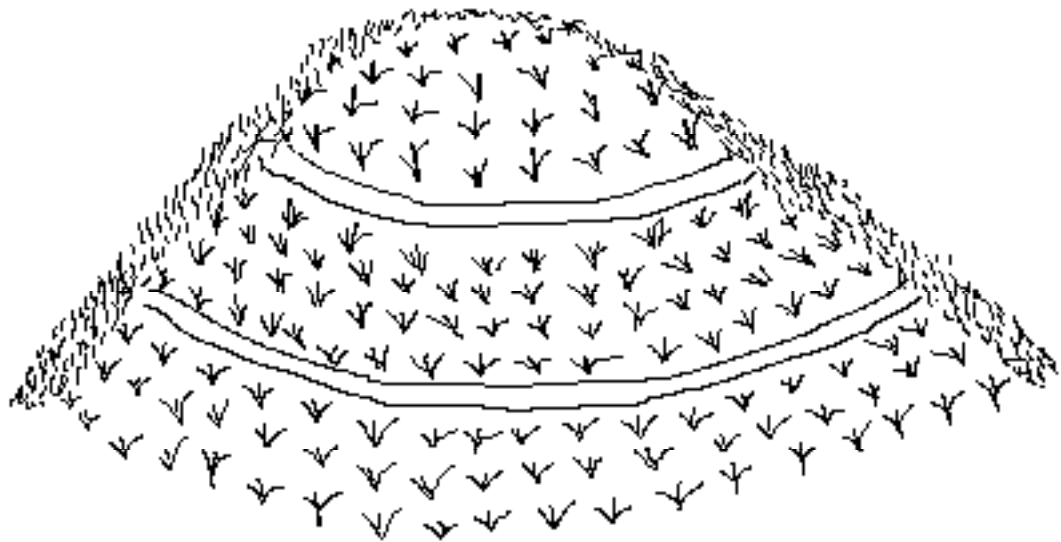


FIGURA 3-3: El sistema de Badén y Banco de Contorno.

Murallas de Piedras: En tierras con muchas piedras y lomas como el Salvador, numerosos agricultores han manejado la erosión con éxito con el uso de murallas bajas de piedras (sin cemento) construídas a intervalos en el contorno. Aquí están sus características principales:

- * Las murallas ayudan a impedir la erosión capturando el suelo que se está cayendo y reduciendo la velocidad del agua del desagüe. (Recordar que la capacidad del suelo para llevar agua es proporcional a la sexta potencia de su velocidad).
- * Para la estabilidad, las murallas de piedras no deben pasar la altura de 60 cm sobre la superficie del suelo y deben tener un perfil que disminuya gradualmente (aproximadamente 40 cm de espesor en la cumbre y 60 cm en la base). Además, la base tiene que empezar a unos 30 cm bajo el suelo.
- * Con el tiempo, las murallas y otros sistemas de barreras se convertirán en terrazas naturales y reducirán la pendiente a medida que el deslizamiento del suelo se apile frente a las paredes.

Terrazas: Existen varios diferentes tipos de terrazas todos las cuales involucran una reforma de la tierra hasta una expansión mayor de la que indican los métodos anteriores. Abajo se indican tres

tipos de terrazas con sus diferentes características. Todas se pueden construir con mucha mano de obra, pero las dos primeras se pueden hacer también con arados y raspadores tirados por animales o tractores (Ver Rastras).

- * Las terrazas de canales anchos; se diseñan principalmente para interceptar y luego desviar el agua excesiva del terreno. Usualmente son más apropiadas para regiones más húmedas, con pendientes de no más de 10-20 por ciento. Como con el sistema de badenes y barreras de contorno (ver arriba) un canal con pasto o piedras es esencial para sacar sin erosión el exceso de agua del terreno.
- * Las terrazas alomadas se diseñan para interceptar o retener el exceso de agua distribuyéndola sobre extensas áreas del terreno entre las lomas. A diferencia de las terrazas de canales anchos, son más adecuadas para regiones más secas y suelos que absorban mejor el agua. Note que las terrazas alomadas se usan mejor en declives suaves (de no mucho más que el 3 por ciento) pues el área sobre la cual se esparce el agua puede ser grande y no tener necesidad de hacer una lomada innecesariamente alta.
- * Las terrazas de bancos (escalonados) se puede usar sobre declives de 20-50 por ciento y convertir la tierra en una serie de "escalones separados" por cuevas casi verticales bordeadas de rocas o vegetales para protección. Aunque requiera mucho trabajo, las terrazas de bancos bien construídas dan protección excelente contra la erosión y permiten una variedad grande de cultivos. Trataremos de terrazas de bancos en más detalles luego en este capítulo.

Reversión a forraje permanente o bosque: En suelos con mucho declive y muy erosionado podría ser la única alternativa factible, pero sólo tendrá éxito si se puede evitar el sobre-empastado, la tala irrestringida de árboles y la quema.

Algunas Formas Útiles Para Controlar la Erosión por Lluvia

Ahora que hemos resumido los métodos principales de manejo de erosión, trataremos en más detalles algunas de las formas y prácticas útiles:

- * Cómo medir la pendiente del terreno con artefactos hechos en casa.
- * Cómo planear curvas de nivel con artefactos sencillos hechos en casa.
- * Cómo planear y construir un sistema de badenes y bancos de contorno.
- * Los conocimientos básicos de S.A.L.T. (siglas en inglés de Tecnología para Tierras Agrícolas Empinadas), un método de sembrar en franjas actualmente usado en las Filipinas.
- * Algunas guías para la construcción de terrazas de bancos.

No deje de pedir mayor información al Servicio de Extensión Agrícola y Forestal o de consultar la bibliografía en el Apéndice H.

COMO MEDIR LA PENDIENTE DEL TERRENO

Una de las primeras etapas para comenzar prácticas de conservación del suelo de un terreno es medir su pendiente, ya que es un factor principal que influye sobre la erosión y también sobre los tipos de métodos de conservación más adecuados.

Conocimientos Básicos sobre la Pendiente del Terreno:

La pendiente del Terreno casi siempre se mide en porcentaje en vez de grados; luego se mostrará porque ésto conviene más. La tierra con una pendiente de 4 por ciento tiene una caída de 4 metros por cada 100 metros de distancia horizontal. Una pendiente de 100 por ciento no es un despeñadero vertical, pero iguala a 45 grados (1 metro de caída vertical por un metro de distancia horizontal).

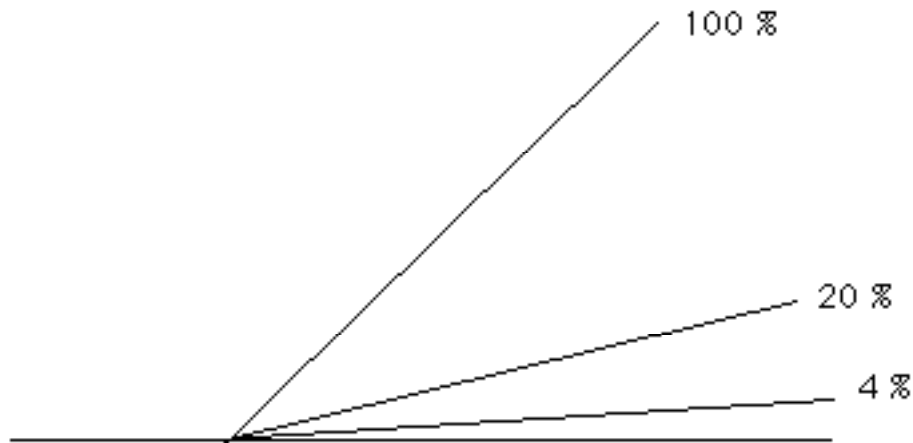


FIGURA 3-4: Ilustración de pendientes de 4%, 20% y 100%.

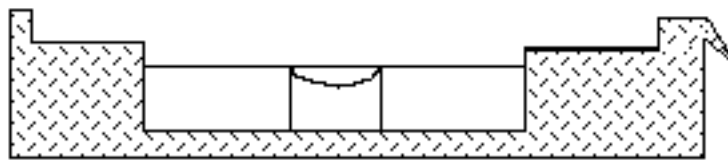


FIGURA 3-5: Un nivel de pita (cuerda) de carpintero (o albañil).
Tamaño verdadero.

Cómo Usar un Nivel de Pita para Medir la Pendiente del Terreno

Quizás se pueda pedir prestado un inclinómetro (nivel de Abney) del Servicio de Extensión Agrícola y Forestal. Sin embargo, los agricultores pueden medir fácilmente la pendiente del terreno con precisión usando un artefacto sencillo, llamado nivel de pita, que usan los carpinteros

y albañiles en todo el mundo (Figuras 3-5 y 3-6). Cualquier ferretería puede venderle por aproximadamente \$1-3 (EE.UU.).

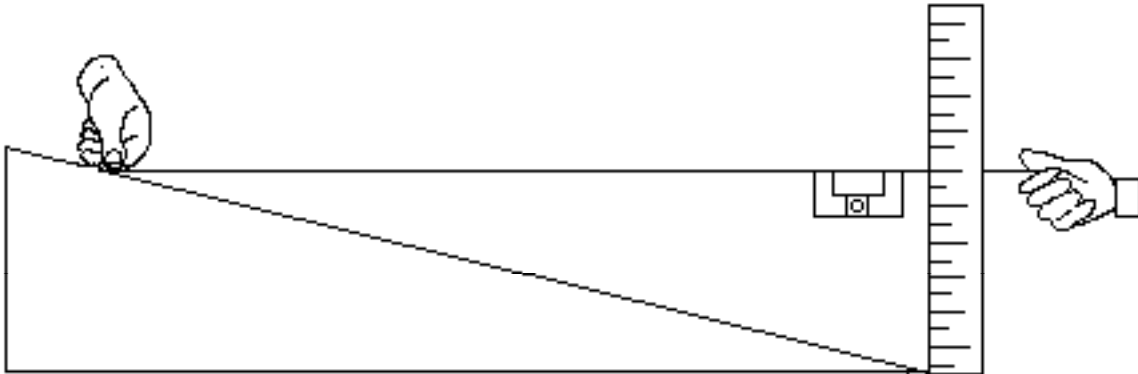


FIGURA 3-6: Midiendo la pendiente del terreno con un nivel de pita.

Materiales necesarios:

- * nivel de pita
- * 4-10 metros de hilo; el hilo de nilón es mejor.
- * Cinta de medir o regla de 1-1,5 metros con centímetros señalados
- * Dos personas (pero se puede hacer solo).

PASO 1: Colgar el nivel de pita en un extremo del hilo. Diez metros de hilo es un buen tamaño para pendientes moderadas y facilita mucho las matemáticas. Como se explica mas abajo, 5 metros de hilo es más practicable para pendientes con mayor inclinación.

PASO 2: Elegir una sección bastante uniforme de la pendiente. Sostener el extremo del hilo que tiene cerca suyo al nivel y que su acompañante tome el otro extremo. Ahora él tiene que subir en sentido directo la pendiente (no lateralmente) hasta el lugar en que el hilo se pone tenso.

PASO 3: El acompañante debe apretar contra el suelo el extremo del hilo que él tiene. Si está solo ayúdesese con una pequeña estaca.

PASO 4: Lleve ahora lentamente hacia arriba el extremo de su hilo hasta que el nivel de éste dé la lectura del nivel de pita (la burbuja se centrará en la mitad derecha entre las dos líneas fig. 3-5). Para obtener una mayor precisión limpiar de vegetación y de terrones el curso del hilo para que no lo interfieran.

PASO 5: Ahora mida la distancia vertical entre el extremo del hilo del nivel y la tierra. Esto le dará la caída vertical de la pendiente en 10 metros.

NOTA: Use un hilo más corto en pendientes más empinadas para no tener problemas al alzar su extremo lo suficientemente alto. Asimismo, si la pendiente varía sobre el terreno, tome y registre lecturas en varias ubicaciones representativas.

PASO 6: Calcular la inclinación del terreno usando esta fórmula sencilla:

$$\text{Porcentaje pendiente} = \frac{\text{Caída vertical en centímetros}}{\text{largo del hilo (1000cm en este caso)}}$$

Ejemplo 1: Suponga que mide una caída vertical de 60 cm con 10 metros de hilo. La pendiente sería de 6 por ciento.

$$\frac{60 \text{ cm}}{1000 \text{ cm}} = \frac{6}{100} = 6\%$$

Ejemplo 2: Suponga que usa un hilo de 4 metros sobre una pendiente más empinada y mida una caída vertical de 140 cm. La inclinación sería de 35 por ciento;

$$\frac{140 \text{ cm}}{400 \text{ cm}} = \frac{35}{100} = 35\%$$

COMO PLANEAR LINEAS DE CONTORNO

Un Artefacto Casero Para Determinar Líneas de Contorno:

Casi todos los métodos de manejo de erosión por lluvia, incluyendo sembrar en franjas, el sistema de badenes y bancos, y terrazas, se hacen en el contorno (perpendicular a la pendiente). Preparar líneas de contorno para labranza, hileras de siembras, y barrancas en un sistema importante para usar. Se puede mostrar a los agricultores cómo hacerlo fácil y presísamente usando un artefacto llamado Armazón A.

NOTA: Un nivel de agua es otro artefacto sencillo para trazar líneas de contorno y también se le puede usar para medir la pendiente. Su componente principal es un trozo de caño plástico transparente, lleno de agua, de aproximadamente 5-15 metros. Funcionan con el principio de que el nivel de agua de ambos extremo del caño significa dos puntos de la misma altura. Sin embargo, pues que el nivel de agua es más caro, este manual describe en detalles el Armazón A. El Servicio de Extensión Agrícola Forestal local puede tener niveles de agua y puede mostrarle su uso y fabricación.

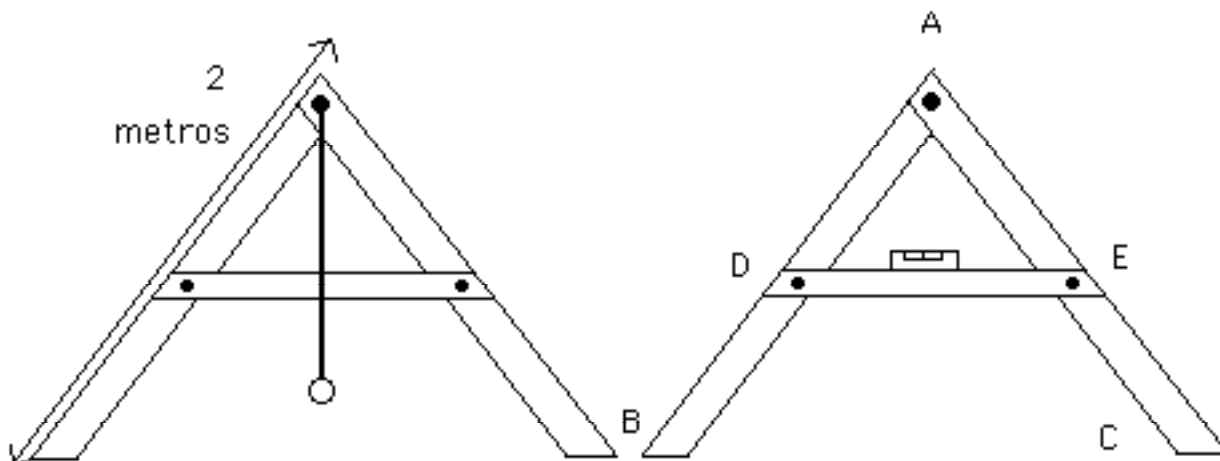


Figura 3-7: Armazón A con plomada (izquierda) y con nivel de pita (derecha) usados para hacer líneas de contorno.

Fabricación y Calibración de un Armazón A

Qué se necesita para hacerlo:

Dos tablas (de madera o bambú) de aproximadamente 2 metros de largo;

Un tabla (de madera o bambú) de aproximadamente 100-120 metros de largo;

Un martillo y clavos;

Hilo;

Un nivel de pita pequeño (aproximadamente 20-40 cm) o una plomada hecha en casa con 1 metro de hilo.

PASO 1: Fabricar el Armazón A como indica la Fig. 3-7 arriba. Las tablas de arbustos o bambú sirven para tal efecto. Se puede usar hilo o clavos para conectar bien las 3 tablas. El travesaño se pone aproximadamente 1/3-1/2 hacia arriba y se debe montar mas o menos nivelado. Hacer las patas un poco puntiagudas en la base.

PASO 2: Se puede usar un nivel de pita o una plomada en el armazón A para arreglar líneas de contorno. Una plomada sería bastante precisa cuando el viento esta calmo, pero no anda cuando hay algo de brisa.

* Montando la plomada: Se debe colgar de un clavo (en el centro de la juntura) donde se unen las dos patas. Colgar un paso pequeño como una plomada de pescar o un pedacito de metal de desperdicio al fin del hilo como una plomada.

- * Montando un nivel de pita: En este caso, usar un pedazo de madera bien uniforme y derecho para el travesaño. Atar muy firmemente con un hilo el nivel de pita al travesaño como muestra la figura 3-7. NOTA: También se puede usar un nivel de pita.

PASO 3: Ahora puede calibrar el armazón A par hacerlo preciso de acuerdo al siguiente método:

a) Calibrando un Armazón A con plomada

- * Para encontrar la marca de nivel en el travesaño, elegir un área de tierra bien nivelada. Ahora, enterrar dos estacas de aproximadamente 25-90 cm hasta la mitad, con un espacio entre ellas igual al espacio entre las patas del armazón A.
- * Poner el armazón A encima de las estacas y marcar con lápiz el lugar sobre el travesaño donde se queda la plomada. Poner ahora del otro lado las patas y hacer una segunda marca. La marca para señalar el nivel verdadero será exactamente la mitad de la distancia entre las dos marcas. Marcar con un lápiz.
- * Para controlar su calibración, ajustar la posición del Armazón A marcando una de las estacas hasta que la plomada quede sobre la marca de nivel verdadero. Ahora, poner nuevamente del otro lado las patas; si la plomada regresa y se queda en la marca, el armazón A está bien calibrado.

b) Calibración de un Armazón A con nivel de carpintero

- * En este caso se quiere que el nivel de carpintero señale el nivel (tiene la burbuja centrada entre las dos líneas) cuando se ponen las patas del Armazón sobre 2 lugares perfectamente horizontales entre si: AC, DB y EC; también asegurar que el travesaño sea perfectamente derecho.
- * Para probar el Armazón A, poner sus patas sobre dos estacas enterradas en el suelo (como en la parte a de arriba). Si la burbuja se queda a la derecha del centro, enterrar gradualmente la estaca derecha hasta que la burbuja se quede en el centro. Si la burbuja queda a la izquierda del centro, hacer lo mismo con la estaca izquierda.
- * Como prueba final, girar el armazón A 180 grados para que la posición de las patas se intercambie exactamente. La burbuja debe indicar el nivel otra vez. Si no es así, las distancias DB y EC no son iguales o el nivel de carpintero es defectuoso. (Cuando se pone sobre una superficie perfectamente horizontal, un nivel bueno no cambiaría la posición de la burbuja al girar los 180 grados).

Planeando Líneas de Contorno con un Armazón A

Las líneas de contorno corren un ángulos rectos, la pendiente a la pendiente (a través de la pendiente). Todos los puntos en la línea están a la misma elevación. A continuación se explica como planificar una línea de contorno con un Armazón A:

Materiales: Armazón A, estacas y martillo (o piedra)

PASO 1: Clavar una estaca en la tierra al inicio de la línea de contorno (al inicio de un badén de contorno propuesto a una franja de siembra densa que cerrará a través del terreno).

PASO 2: Poner el Armazón A en el suelo con una pata exáctamente en la base (no arriba) de la primera estaca, y la otra pata aproximadamente hacia donde correrá la línea de contorno.

PASO 3: Mantener ahora la pata en la base de la primera estaca y usarla como pivote para mover la segunda pata arriba y abajo de la pendiente hasta que la plomada (o nivel de carpintero) señale nivel. Clavar una segunda estaca donde queda esta pata.

PASO 4: Transpladar el Armazón A hasta que la pata que quedó en la base de la primera estaca descansa ahora en la segunda estaca. Como en el Paso 3 llevar la otra pata hacia arriba o hacia abajo hasta obtener una lectura de nivel y poner otra estaca.

PASO 5: Repetir el paso 4 hasta llegar al fin del terreno.

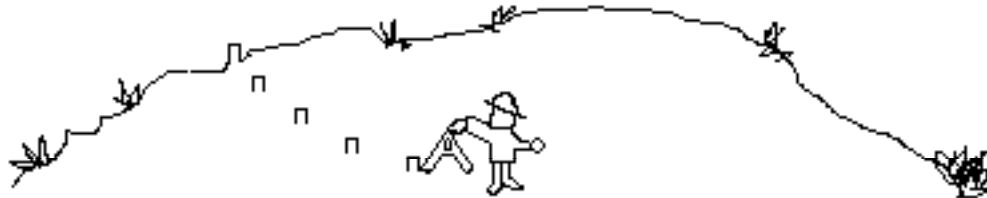


FIGURA 3-8: Planeando un línea de contorno a través de un terreno empinado usando un Armazón A.

PASO 6: Allanar las irregularidades: Aun en pendientes uniformes, las pequeñas alturas y depresiones del terreno pueden hacer que algunas estacas queden fuera de línea. Se pueden evitar cambios bruscos en la línea cambiando un poco de algunas de las posiciones de estas estacas, como muestra la figura 3-9.

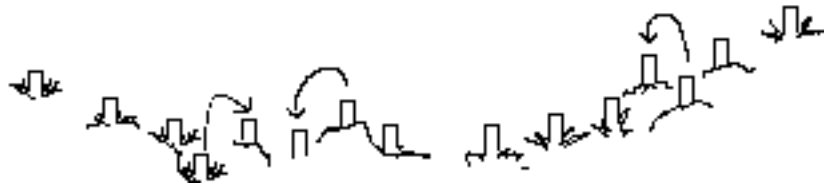


FIGURA 3-9: Ajustando las posiciones de algunas estacas para allanar la línea de contorno.

NOTA: No olvidar re-calibrar el Armazón A cada vez que se usa después de haber estado guardado.

Cómo Planear un Sistema de Badenes y Bancos de Contorno

Este sistema se vió en páginas anteriores. Estos son los pasos para planear y construir los badenes y bancos:

PASO 1: Primeramente hay que establecer el canal protector. En una lluvia fuerte, los badenes de contorno conducirán volúmenes grandes de agua fuera del terreno. Esto significa que tienen que vaciarse en un canal protegido para que el agua excesiva pueda llegar al fondo de la pendiente sin causar erosión. Cuando sea posible, consultar a un especialista de conservación de suelos acerca de la ubicación y tipo mejor de canal. Algunas sugerencias:

- * Dado el volumen potencial de desagüe, se pueden necesitar canales de ambos lados del terreno.
- * Observar en el área detrás de donde van a teminar los badenes y buscar depresiones naturales que podrían servir como el curso del canal.
- * Permitir un ancho suficiente para el canal (5-10 metros, de acuerdo con el área del terreno).
- * Protección contra la erosión: El área del canal se tiene que bordear con piedras o plantar pasto denso de crecimiento lento como pasto de bermuda, kikuyu (Pennisetum clandestinum), pasto de alfombra (Axonopus compressus), pasto de bahia (Paspalum notatum), pasto de estrella (Cynodon plectostachyus), o pasto de maleza (Melinis minutiflora). La cubierta vegetativa tiene que establecerse bien antes de la construcción de los badenes y la llegada de la lluvia. Así se necesitan por lo menos varios meses y quizás

sería imposible durante la estación seca. Establecer la vegetación durante la estación lluviosa anterior puede ser la mejor solución. Es igual para las barreras vegetativas que se necesitan a lo largo del banco cuesta arriba de los badenes (Paso 7).

- * Antes de plantar la cubierta, probar el PH del suelo, y aplicar cal si es necesario. Aplicar fertilizantes para animar el crecimiento rápido. (Referirse a la sección sobre forrajes en el Capítulo 10).
Mantener la hacienda alejada del canal y no usarlo como un camino.

PASO 2: Medir la pendiente del terreno: Los intervalos entre los badenes dependen de la pendiente del terreno (cuanto más empinado es el terreno más pequeños deben ser los espacios). Primeramente medir la pendiente y después referirse a la tabla en el Apéndice C para encontrar el intervalo horizontal adecuado.

PASO 3: Determinar los sitios de los badenes: Empezar en la cumbre del terreno. Suponga que la pendiente del terreno es de 25 por ciento. La tabla dá un intervalo horizontal de aproximadamente 7 metros. Esto significa que el primer badén debe quedar 7 metros directamente más abajo de la cumbre. Los badenes siguientes también estarán a intervalos de 7 metros. Continuar hacia abajo y colocar una estaca en cada intervalo. Estas son las estacas maestras, que sirven como guías para planear las líneas de contorno por las cuales correrán los badenes (vea figuras 3-10). Las estacas se pueden poner a un lado del terreno o hacia el medio si el declive cambia notoriamente necesitará medir estas variaciones y ajustar los espacios entre los badenes como sea necesario. (Usar la tabla en el Apéndice C).

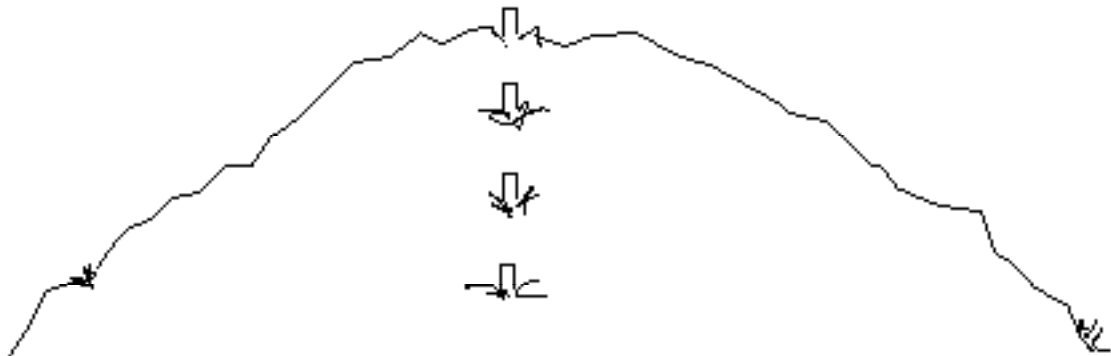


FIGURA 3-10: Estacas maestras señalando los sitios de los badenes de contorno.

PASO 4: Usar el Armazón A para señalar los cursos de los badenes con estacas. Se necesita muchas estacas pues se ponen a distancias iguales a las que hay entre las patas del Armazón A. Empezar ec la estaca principal para el badén del fondo y preparar el paso de contorno para cada badén siguiendo las directivas dadas en la última sección.



FIGURA 3-11: Un terreno en la ladera de un cerro, con tres líneas de contorno estaqueadas representando cursos de badenes. El arado tirado por bueyes está aflojando el suelo por el curso del badén.

NOTA: La necesidad de un declive en el badén: Para evitar que el agua excesiva sobrellene los badenes, éstos se deben planear para que tengan un declive de 0,5% (una caída de 50 cm por cada 100 metros de largo) a fin de que el exceso de agua sea seguramente llevado afuera del terreno a un canal rodeado de pasto o de piedras, por el cual pueda correr sin que cause erosión. El declive no debe superar el 0,5%, pues que la velocidad del agua puede producir la erosión de los badenes. A continuación usted aprenderá a construir un declive de 0,5% en un Armazón A.

NOTA: No se preocupe si cambia la pendiente cuando ande por el terreno poniendo las líneas. Notará que las líneas se "auto-corrigen" pues se separarán al disminuir la pendiente y se acercarán cuando aumente. Esto es porque, como son líneas de contorno, el intervalo vertical entre ellas no cambiará aunque cambie la pendiente (sin embargo, el intervalo horizontal cambia).

PASO 5: Igualar las irregularidades en las líneas de estacas como muestra la figura 3-9.

PASO 6: Excavar los badenes. Si es posible, use un arado tirado por animales o tractor para aflojar y excavar el suelo por la línea de estacas (ver figura 3-11). (Está bien si el arado derriba las estacas, pues el surco que hace señalará el curso del badén). Si usa un arado giratorio hágalo andar de tal manera de que tire la tierra en el lado del declive del badén por cuanto es allí donde se construirá la barrera de tierra. Continuar excavando los badenes con palas, apilando la tierra excarvada hacia el lado en declive. Primero hacer el badén de aproximadamente 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad como muestra la figura 3-12.

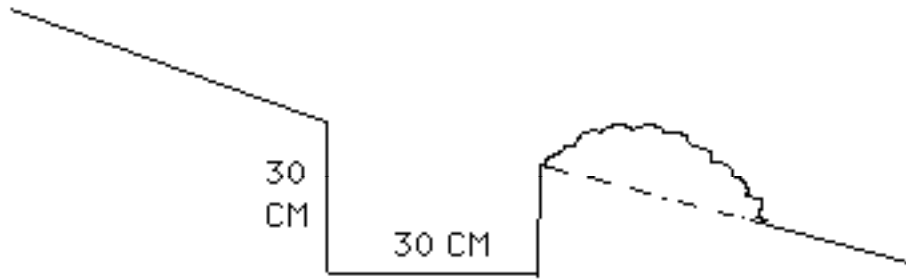


FIGURA 3-12: Forma inicial de un badén de contorno, vea que la tierra excavada se ponga en el lado en declive.

Para ayudar a evitar que los badenes se hundan inclinar sus lados así:

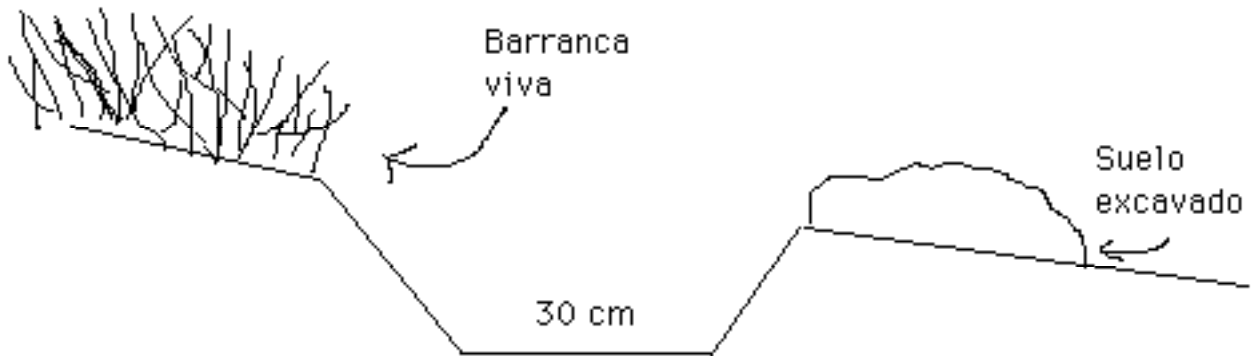


FIGURA 3-13: Un badén de contorno con los lados inclinados; note la barranca viva de pasto por el lado superior que evita que la tierra sea llevada al badén.

PASO 7: Hacer una cerca o barrera de vegetación o piedras cuesta arriba de los badenes. Esto evitará que el suelo erosionado caiga en la badén y debe ser de aproximadamente 30-40 cm de ancho. Algunas plantas posibles: pasto elefante, pasto jaragua, pasto kikuyu, piña, sisal. Probar localmente para saber cuales se adaptan mejor a su área. Algunos pastos como el kikuyu se propagan rápidamente pero pueden empezar a infestar el terreno y convertirse en malezas.

PASO 8: Hacer diques en los badenes si es apropiado. En algunos casos, diques parciales se pueden construir más o menos cada 5 metros para retardar el flujo del agua y animar su infiltración. Esto dependerá del suelo y de las condiciones de lluvias.

Usando el sistema: Una vez instalado los badenes sirven también como líneas maestras de contorno para que sigan el arado y los almacigos. Donde el subsuelo es arcillosos y almacena

bien el agua, se pueden construir represas a intervalos a lo largo de los badenes o en sus extremos para recoger agua para ser usada en las épocas de sequía.

Como Incluir una Pendiente de 0,5% al Construir un Armazón A

Esto es necesario para arreglar los badenes con pendientes leves que permitan al agua excesiva salir del terreno en vez de llenar los badenes. Aquí están las instrucciones para incluir una pendiente de 0,5% en un Armazón A.

Para un Armazón A con plomada

- PASO 1: Calibrar el Armazón A y ponerlo sobre una superficie nivelada para que la plomada indique nivel.
- PASO 2: Medir la extensión de las patas en centímetros y multiplicarla por 0,5.
- PASO 3: Alzar una pata la distancia igual a la cifra derivada en el paso 2 y marcar donde se queda la plomada. Dibujar una flecha corta desde la marca dirigida a la pata no levantada.
- PASO 4: Colocar de nuevo el Armazón A en tierra a nivel y repetir el paso 3 con la otra pata.

Usando el Armazón A ajustado: Usarlo como o haría para planear líneas normales de contorno. Sin embargo, en este caso no use la marca de nivel, sino una de las marcas de declive de 0,5% que hizo en los pasos 3 y 4. La flecha al lado de la marca usada señala la dirección en que correrá el agua en el badén. Planeando un badén a través de un terreno, siempre se debe usar la misma marca desde el comienzo hasta el fin, sin rotar el Armazón A 180 grados. Al no hacerlo así, el badén puede cambiar de arriba a abajo. Sin embargo, si usa un canal por cada lado de terreno la mitad de los badenes (o la mitad de cada badén) debe conducir a un lado, y la otra mitad al otro lado.

Para un Armazón A con Nivel de Carpintero

En este caso, existen 2 métodos para fabricar en un declive de 0,5%:

- METODO 1: Hacer una pata del Armazón A más corta que la otra en una medida igual a 0,5% de la extensión de la pata. Dibujar una flecha sobre el travesaño, señalando la pata más larga. La flecha indica la dirección que seguirá el badén cuando su línea esté con la burbuja centrada en el nivel de carpintero. Al poner la línea del badén no rotar el Armazón A 180 grados porque el badén cambiará su declive gradual de abajo hacia arriba.
- METODO 2: Calibrar el Armazón A y ponerlo sobre una superficie nivelada para que esté centrada la burbuja. Alzar la pata del Armazón A hasta el 0,5% de la extensión de las patas. Ajustar el nivel de carpintero a fin de que lea el nivel aunque no lo

haga el Armazón A. Dibuje una flecha señalando la pata no alzada. Al preparar badenes con una inclinación de 0,5 por ciento, la flecha indica la dirección hacia abajo del badén cuando la burbuja esté centrada. No haga girar el Armazón A cuando atraviese el terreno pues así cambiará la dirección del badén.

EL SISTEMA S.A.L.T. PARA MANEJAR EROSION POR LLUVIA

El sistema S.A.L.T. (Tecnología para Tierra Agrícola en Declive) se describió brevemente en este capítulo algunas páginas anteriores bajo métodos de sembrar en franjas. Se desarrolló por el Centro Baptista de Vida Rural de Mindanao, en Davao del Sur, Filipinas, en 1979, y se ha puesto siempre más popular en aquel país desde entonces. Aunque puede ser muy eficaz sobre pendientes muy marcadas, es mejor adaptado a regiones con largas estaciones lluviosas que permiten el crecimiento de siembras perennes que estabilizan el suelo, como cacao, banana y piña, sin irrigación. El sistema incluye el uso del árbol/arbusto leguminoso llamado leucaena o ipil-ipil (*Leucaena leuccephala*), aunque otras legumbres perennes se pueden sustituir. Las siguientes son las principales características y prácticas de S.A.L.T.:

- * Las líneas de contorno se preparan a través del declive a intervalos de 4-6 metros, de acuerdo con la inclinación y las condiciones del suelo.
- * Una franja de 1 metro de ancho se labra por cada línea de contorno, siguiendo las estacas. Dos hileras de siembras se preparan a un intervalo de 50 cm, y se planta semillas de leucaena cada 2-5 cm. Aunque crece lentamente al principio, la leucaena formará un seto vivo en 4-6 meses y puede llegar hasta 5-6 metros de altura en un año. Además de protección contra la erosión, sus hojas se usan como cubierta del suelo y fertilizante (ya que son legumbres y contienen mucho N), y las plantas dan leña, palos y alimentos para ganado (hojas y vainas).
- * Mientras que se está estableciendo la leucaena, es mejor dejar la tierra en su vegetación natural en vez de labrarla. Sin embargo, se pueden plantar árboles como cítricos y banana y desherbarla labrando solamente el área inmediata a la planta, evitando así la erosión.
- * Después de establecida la leucaena, se pueden labrar y plantar otras franjas de leucaena entre las perennes con siembras anuales más susceptibles a la erosión como el maíz y las hortalizas.
- * Una vez por mes, se corta la leucaena hasta una altura de 1 metro y se ponen las hojas alrededor de las bases de las siembras para fertilizante y cubierta del suelo.
- * Formación natural de terrazas: Las barreras se forman apilando rocas, tallos, hojas y ramas en la base de las hileras de leucaena. Con los años, cualquier suelo llevado hacia abajo se unirá a las barreras y así se formarán terrazas naturales.

NOTA: No se recomiendan grandes áreas de leucaena para declives muy empinados y poco estables, a menos que se poden regularmente para permitir a la luz del sol llegar al suelo para que crezcan las malezas.

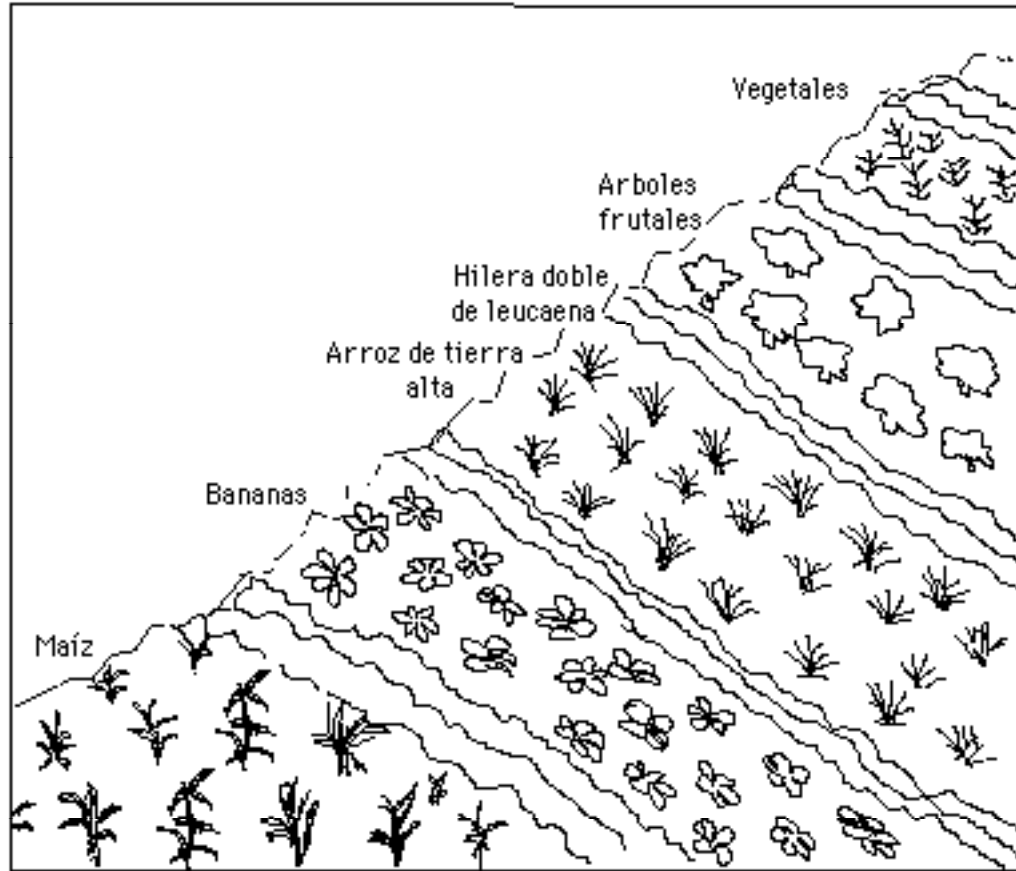


FIGURA 3-14: S.A.L.T., el sistema de conservación del suelo para tierras con muchas elevaciones.

Algunas limitaciones de la leucaena

Como la mayoría de las siembras "maravillas" la leucaena tiene sus ventajas y desventajas. Sus ventajas son crecimiento rápido (aunque no inicialmente), una raíz principal profunda. Fijación de nitrógeno y buena regeneración después de cortarse. Se puede usar para manejo de erosión, reforestación, leña, palos, forraje, cubierta del suelo y fertilizante. Sin embargo, no crece bien en suelos muy ácidos (con pH abajo de 5,0), es susceptible de daños por helada, y puede crecer mal en alturas arriba de 500 metros, aun en los trópicos. Su crecimiento inicial lento le hace susceptible a insectos y malezas durante las primeras semanas. Las hojas de leucaena contienen

cantidades excesivas de mimosina (un amino ácido) que puede ser tóxico para animales no rumiantes como cerdos, gallinas y caballos si se alimentan con todo pero no mucho (sin embargo, se han indentificado algunas variedades de leucaena con niveles hajos de mimosina).

En 1985, las Filipinas, Tonga y Fiji informaron sobre relataron epidemias de insectos payllides (pulgonos saltantes de plantas del género Heteropsylla) en siembras de leucaena. Estos insectos chupadores pequeños tienen muchos predadores naturales en Méjico y el Mar Caribe de donde la leucaena es nativa. Podría ser factible introducir estos predadores en las áreas afectadas.

Donde encontrar más información acerca de S.A.L.T.: Mindanao Baptist Rural Life Center, Davao del Sur, Filipinas.

ALGUNAS GUIAS PARA TERRAZAS DE BANCOS (9 ESCALONES)

Las terrazas de bancos se explicaron anteriormente en este capítulo y se pueden usar en tierras con declives tan marcados como 50 por ciento (y más, en algunos casos). Con pendientes de menos de 15-20 por ciento, las terrazas de canales o lomas son más aptas que las terrazas de bancos.

AVISO: Antes de tratar de usar declives muy empinados para producir siembras, asegurarse que pueda justificarse en términos de ambiente.

Formación Natural de Terrazas de Bancos

Las terrazas de bancos excabados requieren mucho de trabajo manual, y esto puede no ser factible. Frecuentemente es más factible animar su formación natural, como se hace en el método S.A.L.T. mencionado arriba, o con murallas de piedras. No solamente se ahorra trabajo, sino también se puede usar la tierra para siembras (por lo menos las perennes) durante este período. A continuación van algunas guías para la formación natural de terrazas:

- * La formación natural de terrazas de banco adapta mejor a pendientes de 20-50 por ciento.
- * Las barreras de piedras o de vegetación de aproximadamente 1 metro de ancho se plantan en el contorno a intervalos verticales de 1.8-2.0 metros. (El intervalo horizontal se puede hallar multiplicando éste por 100% de declive; i.e. $2 \text{ m} \times 100\%/40\% = 5 \text{ metros}$). Las especies como el pasto elefante, pasto jaragua, pasto melaza, kudzu tropical. La ipil-ipil han servido bien en algunas áreas.
- * Una vez establecidas las barreras, la tierra puede ser arada y sembrada. Cuando esté arando o preparando la tierra, el suelo se debe remover hacia las barreras para facilitar la formación de terraza. Sin embargo, se debe labrar y sembrar en el contorno.
- * Usualmente se puede permitir al agua que se deslice por el declive a través de las barreras, si ellas son bastante densas.

Algunas Guías Para Excavar Terrazas de Bancos

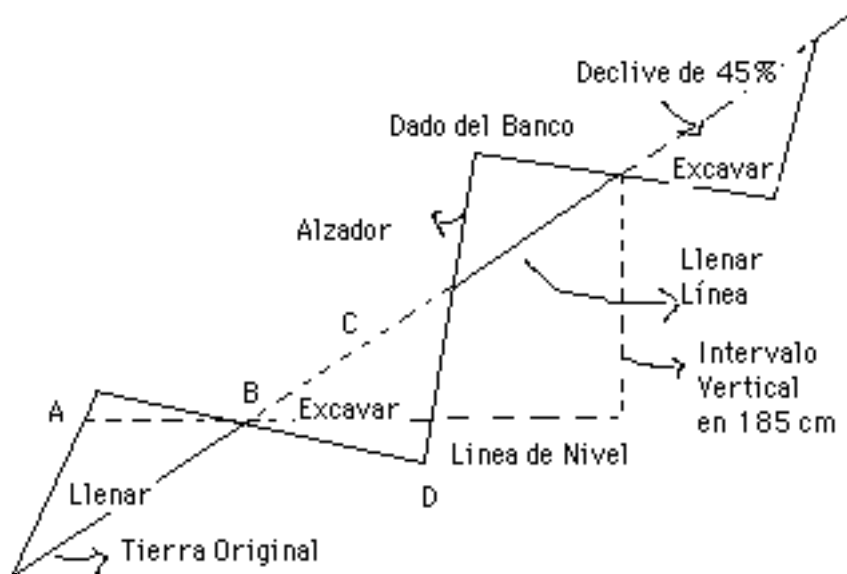


FIGURA 3-15: Las terrazas de bancos construídas en tierra con un declive original de 45 %.

Note estas características de las terrazas de bancos en la figura 3-15:

- * Se construyen excavando el suelo del "talón" eventual (D) del banco y usandolo para llenar el "dedo" eventual (A). Se puede notar que la superficie de la tierra del banco será principalmente subsuelo inferior (con el suelo superior enterrado abajo de él) a menos que se use un método especial de que se tratará más adelante.
- * El "alzador" no es vertical, pero tiene un declive posterior de 1/2:1 (i.e. 5 unidades de distancia horizontal por cada 10 unidades de distancia vertical). Se hace así para que sea menos susceptible a hundirse.
- * El banco tienen un declive de aproximadamente 8% para evitar que el agua rebose el "dedo" y promueva la infiltración.

Además, los siguientes son algunos otros factores importantes para la construcción de terrazas de bancos:

- * Como con el sistema de badenes y barreras de contorno, las terrazas se deben arreglar con un declive lateral leve (de más o menos 0,25%) para que el agua excesiva pueda sacarse del terreno por un badén pequeño hecho a lo largo del área del talón hasta un canal protegido.

- * Para evitar la erosión excesiva de los alzadores, éstos se deben proteger con piedras o vegetación densa como pasto o kudzu tropical.
- * AVISO: no tratar de excavar terrazas de bancos durante la estación lluviosa. Un sistema de terrazas de bancos parcialmente completo puede ser muy susceptible a la erosión por la lluvia o a derrumbes de barro.
- * Siempre que sea posible, consultar a un especialista de conservación de suelos antes de empezar un proyecto de terrazas.

Como Mantener Sobre la Superficie y el Suelo Superior al Construir Terrazas de Bancos

Referirse a la figura 3-15 arriba y fijarse en la superficie original del suelo. Se puede evitar enterrar mucho del suelo superior con el subsuelo removiendo primero el suelo superior y apilándolo donde va a quedar el centro del banco (área B). Al excavar y llenar para formar el banco, dejar como está el suelo superior y transferir el subsuelo desde el área C hasta el área A para formar el banco. Después se puede diseminar el suelo superior uniformemente sobre la superficie del banco.

EROSION POR EL VIENTO

La pérdida de suelo debido a erosión causada por el viento es más común en áreas más secas pero también puede darse en áreas húmedas durante tiempos secos (a los suelos mojados no los lleva el viento). Es uno de los factores principales detrás de la degradación ambiental de regiones tales como el Sahel Africano donde es tanto la causa como el efecto de la desertificación y la deforestación. Le roba a la tierra su mejor suelo (el suelo superior) y mata por abrasión las cosechas y vegetación, así como también por desenraigue o entierro. Los canales de irrigación y aun las carreteras pueden ser cubiertas por la tierra y la arena llevadas por el viento. La tierra afectada por la sequía, el sobrecultivo, mucho pastaje o la erosión por lluvia durante la estación húmeda se vuelve especialmente susceptible a la erosión producida por el viento.

LAS MECANICAS DE EROSION POR EL VIENTO

La erosión por el viento ocurre cuando el suelo mal protegido se expone a vientos más fuertes que 20km/hora. El movimiento del suelo susceptible es proporcional a la velocidad del viento cúbica, así aumenta rápidamente al pasar el nivel crítico de viento (por ejemplo, 8 veces más suelo se lleva el viento de 40 Km/hora que el de 20 Km/hora). Las partículas de suelo de 0,1 mm de diámetro (arena fina) aparentemente se mueven más fácilmente que las más grandes (arena gruesa) o las más pequeñas (cieno o arcilla). El movimiento del suelo empieza cuando la abrasión por el viento despega partículas pequeñas del suelo. Al cargarse con éstas, la acción abrasiva del viento aumenta notablemente y despega más partículas. Aproximadamente 50-75% del movimiento ocurre como botes cortos sobre superficie; al chocarse las partículas más grandes contra estos botes, estas pueden empezar a rodar y a resbalar en un proceso llamado "gatamiento del suelo" que puede causar 5-25% del movimiento total. Por fin, las partículas

pequeñas pueden llevarse miles de metros hacia arriba y ser transportadas a cientos de kilómetros.

CONBATIENDO LA EROSION POR EL VIENTO

Se pueden hacer varias cosas para ayudar a controlar la erosión por el viento:

- * Mantener húmeda la superficie del suelo durante los períodos de alto riesgo de erosión por el viento. Sin embargo, esto no es factible en áreas grandes o donde hay escasez de agua.
- * El suelo en una forma basta con muchos terrones resiste mejor el movimiento que el suelo fino o pulverizado. Mantener un buen nivel de materia orgánica ayuda a unir las partículas del suelo. Al arar el suelo, los surcos resultantes deben ser a ángulos rectos en relación al viento prevaleciente.
- * La cobertura del suelo con vegetación cercana, árboles o cubiertas del suelo puede ser muy efectiva. Una práctica similar es llamada siembra en franjas en la que las franjas de los cultivos cercanos alternan con otros más abiertos a través del terreno o anzuelos rectos en relación al viento prevaleciente.
- * Rompevientos (vea abajo).

ROMPEVIENTOS

En áreas de alto riesgo de erosión por el viento, los rompevientos de árboles (también llamados franjas de protección) ofrecen la más permanente y eficaz protección donde la tierra no se puede mantener húmeda o constantemente cubierta con forrajes o árboles. Se pueden usar en escala pequeña para terrenos o jardines privados o en escala mayor para proteger áreas mucho más grandes (aun hasta pueblos enteros). (NOTA: alguna gente usa el término "franja de protección" para significar estos rompevientos de escala más grande, pero no hay acuerdo común acerca de esto). Los rompevientos consisten de una barrera de una o más hileras de árboles de crecimiento rápido plantados al lado contrario del área que necesita protección. En regiones donde el viento viene de más de una dirección, dos o más rompevientos a ángulos rectos entre sí pueden ser necesarios.

Los rompevientos pueden proteger una área cuya longitud horizontal iguala hast 20 veces la altura (H) de los árboles. La reducción de velocidad del viento varía con la distancia del rompeviento, pero a una distancia de 4 veces H el porcentaje de reducción del viento es igual para cualquier altura de árboles, y suele ser aproximadamente 40% de la velocidad original (vea figura 3-16). Como la fuerza actual y la capacidad destructiva potencial del viento son proporcionales al cuadrado de su velocidad, un viento de 20 Km/hora (40% de la velocidad de 50 Km/hora) tendría sólo aproximadamente 16% de la fuerza destructiva de un viento de 350 Km/hora (20 = 400; 50=2500; 400=2500 16%).

FIGURA 3-16 vea en la siguiente página.

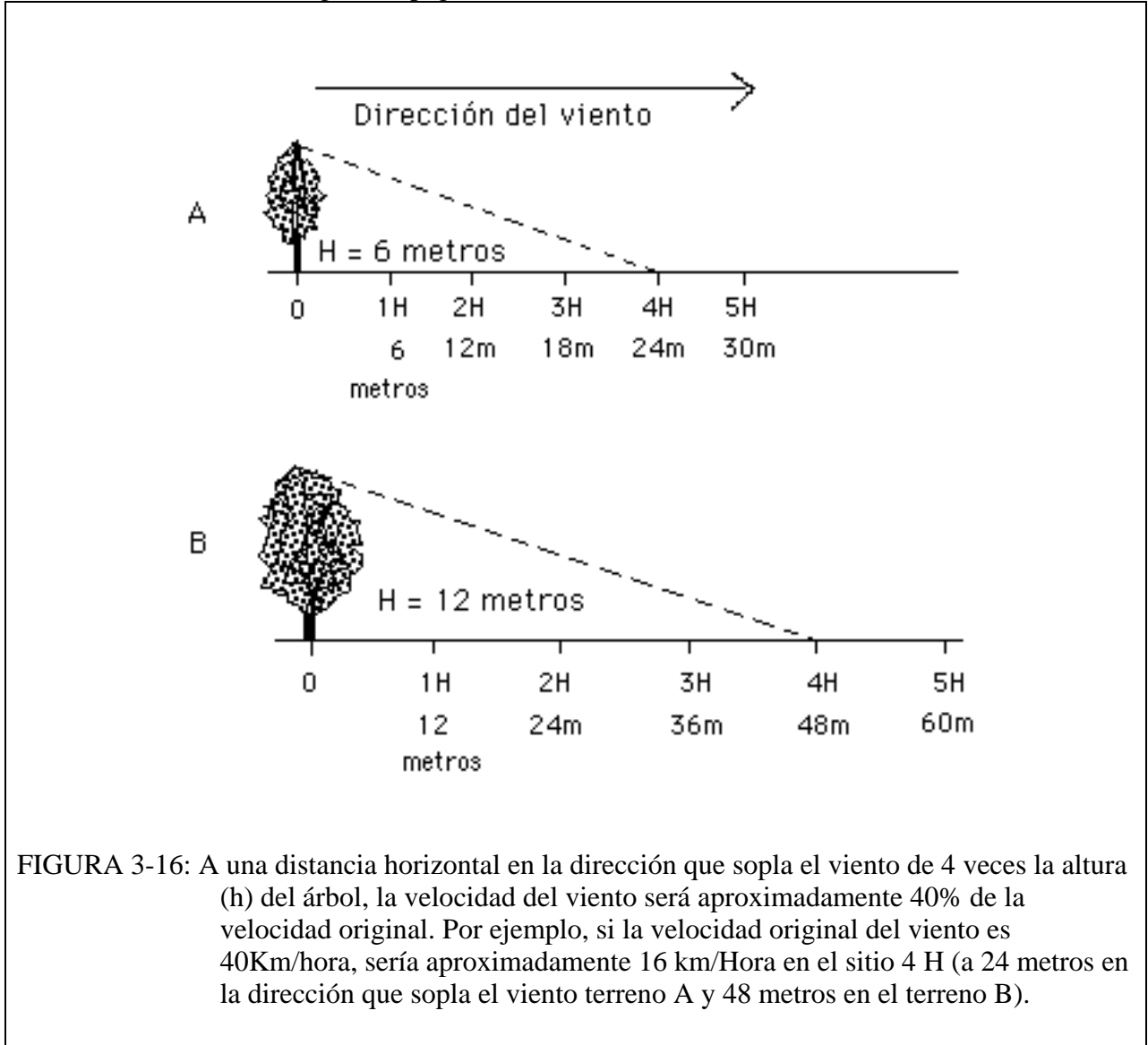


FIGURA 3-16: A una distancia horizontal en la dirección que sopla el viento de 4 veces la altura (h) del árbol, la velocidad del viento será aproximadamente 40% de la velocidad original. Por ejemplo, si la velocidad original del viento es 40Km/hora, sería aproximadamente 16 km/Hora en el sitio 4 H (a 24 metros en la dirección que sopla el viento terreno A y 48 metros en el terreno B).

Promoviendo Rompevientos

No siempre es fácil convencer a los agricultores o aldeanos del valor del rompevientos. Tardan dos o más años para empezar a ser eficaces y requieren trabajo para plantar, mantener y proteger durante este período. Sin embargo, después de establecerse, ellos no solamente dan protección contra la erosión por el viento, sino también pueden dar forraje para ganado (hojas y vainas), y madera para leña y cercas al podarse; algunos árboles como jujube (*Zyziphus Mauritiana*) también dan fruta comestible. Las huertas de hortalizas de la estación seca en áreas como es Sahel se benefician mucho con los rompevientos; no solamente disminuyen los daños por viento y arena sino también reducen el uso de agua para las plantas reduciendo la fuerza de los vientos secos y calientes.

Aunque introducir rompevientos ha tenido éxito variable, existen algunos casos muy buenos. Por ejemplo, aproximadamente 250 Km de rompevientos de doble hilera se han establecido recientemente en el Valle Maggia del Níger sobre un periodo de 7 años. También se ha hecho progreso sustancial en el área de Cine-Salum en el Senegal. En algunos casos, agencias de apoyo han hecho de la instalación de rompevientos un pre-requisito de otros tipos de apoyo como la construcción de pozos permanentes para huertas del mercado durante la estación seca.

Consideraciones para diseñar rompevientos

Establecer rompevientos exitosos es otra práctica muy específica al sitio. Primeramente se debe investigar el tema y obtener apoyo técnico del servicio forestal de su país o de otras fuentes dignas de confianza. Cuando se conocen las posibilidades (y las limitaciones), es necesario hablar con los agricultores o pobladores para conocer sus necesidades y expectativas y también para asegurar que ellos conozcan la cantidad de trabajo, cuidado y tiempo necesario.

Las siguientes sugerencias se diseñaron para proveer algunos hechos básicos acerca de rompevientos para ayudar a calcular su factibilidad y prepararse para más investigaciones y discusiones inteligentes con especialistas de rompevientos.

- * Eligiendo las especies: los árboles elegidos pueden ser nativos o introducidos, siempre que se conozcan como bien adaptables a las condiciones de lluvia, temperatura y suelo de área. Algunas otras características deseables son:
 - * Crecimiento inicial rápido (2-4 metros por año)
 - * Resistencia a insectos, enfermedades y nematodos locales.
 - * Establecimiento y mantenimiento fáciles.
 - * Una densa, no espesa, copa de los árboles es más resistente al daño que pueda causar el viento.
 - * Las especies leguminosas como Acacia y Parkinsonia tienen hojas y vainas especialmente nutritivas para forraje y también para fijar el nitrógeno.
 - * Larga vida.
 - * Siempre verde o por lo menos con follaje completo durante la estación de vientos.
 - * Crecimiento rápido después de la poda.
 - * Uso múltiples como forraje, frutas y madera para leña y cercos, etc.
- * Frecuentemente es difícil encontrar una especie bien adaptada que contenga todas estas características, y así se usan dos o más especies juntas. A continuación se dan especies de árboles para rompevientos bien adaptadas a las regiones tropicales más secas (nombres científicos en paréntesis):

- * Arbol Neem (*Azadirachta indica*)
- * Especies de Eucalypto (esp. E. camaldulensis)
- * Espina de Cristo (*Zyziphus spina-christi*)
- * Paloverde Mejicano (*Parkinsonia aculeata*)
- * Casuarina Australiana (*Casuarina Equisetifolia*)
- * Espina de Egypto (*Acacia nilotica* = *A. scorpioides*)
- * Euphorbia (*Euphorbia balsamifera*) (especialmente bien adaptado a tierras estériles)
- * Orientación de los rompevientos: Los rompevientos se deben orientar a ángulos rectos (a no menos de 45 grados) al viento prevaleciente. En regiones donde el viento suele venir de más de una dirección, dos o más rompevientos a ángulos rectos entre si pueden ser necesarios.
- * Los intervalos entre rompevientos sucesivos: pueden ser hasta 20 veces la altura de los árboles. En regiones áridas, la altura promedio de los árboles alcanza aproximadamente a 5-7 metros sin riego después de las fases iniciales de su crecimiento; en este caso, un intervalo de 100-140 metros, entre los rompevientos sería apropiado. En regiones más húmedas (o con irrigación), la altura de los árboles alcanzan 10-15 metros, así permitiendo intervalos de 200-300 metros entre los rompevientos.

NOTA: Las barreras temporales pueden ser necesarias entre los rompevientos permanentes durante sus primeros 5 años de crecimiento.

- * Densidad: Sorprendentemente, los mejores rompevientos suelen ser moderadamente densos. Los demasiado densos (impermeables) causan un efecto de turbulencia, del lado hacia el que sopla el viento, que significativamente reduce la zona de protección contra el viento. Las densidades de aproximadamente 60-70 por ciento han demostrado ser las más eficaces para proporcionar protección contra el viento con un mínimo de turbulencia.
- * Ancho: En la práctica, el ancho de un rompeviento usualmente se determina por la cantidad de tierra, trabajo y agua disponibles. Los rompevientos con 1-3 hileras son los más factibles en áreas secas. Dos hileras de *Eucalyptus camaldulensis* suelen ser suficientes para formar una barrera permeable eficaz. Una especie como *Conocarpus lancifolius*, con una copa compacta (con distribución uniforme de ramas desde la copa hasta el suelo), puede ser eficaz con solamente una hilera. Sin embargo, tales rompevientos de una hilera no tienen elementos de seguridad; si se forman hoyos, la concentración del viento puede causar daño considerable. Los rompevientos de hileras múltiples facilitan el corte (para leña, etc.) y también para volver a plantar, lo que es necesario cuando el crecimiento disminuye, usualmente después de 15-25 años; esas

operaciones se pueden realizar con una hilera a la vez, siempre dejando por lo menos una hilera parada.

- * Combinar especies: Para proporcionar una distribución vertical eficaz de follaje, puede ser deseable combinar una especie baja como la Acacia con una altura como la del Eucalytus en una configuración de 2-5 hileras (vea figura 3-17).

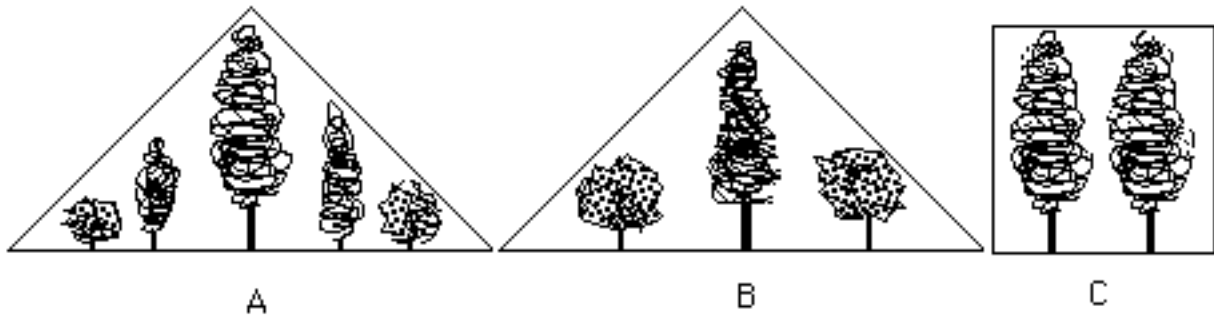


FIGURA 3-17: Ejemplos de rompevientos de hileras múltiples. Una configuración triangular eficaz (A, B) se puede obtener combinando especies diferentes, poniendo el más alto en el centro. Una configuración rectangular (C) resulta del uso de hileras múltiples de la misma especie; también es satisfactorio, dado que, por los menos, una hilera tiene follaje hasta el suelo.

- * Intervalos entre hileras: 3-4 metros para tipos de crecimiento rápido.
- * Intervalos entre las hileras: Los intervalos demasiado pequeños entre los árboles pueden causar hacinamiento y resultar en crecimiento demasiado denso de la copa y demasiado esparcido de la parte de abajo. Un intervalo de 1-1,5 metros para arbustos y 2-3 metros para árboles usualmente es el mejor. Para proporcionar un cierre rápido los vástagos se pueden plantar a la mitad de tales intervalos y luego enrarecer sacando cada segundo arbolito.

Establecimiento y manejo de rompevientos

- * Los vástagos pueden obtenerse en una estación forestal de su zona o puede ser que sea necesario cultivarlos. La mayoría de las especies comunes se cultivan en bolsitas de plásticos y están listos para el transplante a los 6-9 meses. Algunos como Parkinsonia requieren solamente 3 meses. Otros como Tamarix articulata se pueden plantar directamente de estacas.
- * Buena preparación del suelo del área para plantar el rompeviento es mucho más importante que una plantación forestal normal para dar lugar a una alta proporción de sobrevivencia y crecimiento rápido.
- * La irrigación: es necesaria en las regiones secas durante los primeros 2-3 años. Cuando son jóvenes, los riegos ligeros pero frecuentes (aproximadamente cada 7-10 días) son

mejores; luego, los riegos más intensos pero menos frecuentes animarán el crecimiento profundo de las raíces. Frecuentemente es beneficioso plantar al comienzo de la estación lluviosa para tener la ventaja de la humedad. Hacer micro-estanque (depressiones poco profundos) alrededor de los vástagos ayudará a concentrar el agua cerca de ellos. Cubrir el suelo reducirá su evaporación, pero puede atraer termita u otros insectos.

- * Protección contra el ganado, poda ilegal, malezas, insectos y fuego es esencial, especialmente durante los primeros años de crecimiento.
- * Poda: De acuerdo con la especie, podar las ramas más bajas puede ser necesario para facilitar el crecimiento alto a una edad temprana. Durante el 4° o 5° año, puede ser necesaria más poda para facilitar el crecimiento horizontal.
- * La mayoría de los rompevientos tienen una vida de aproximadamente 15-25 años, después de la cual el crecimiento declina mucho. Podar y replantar será necesario. En rompevientos de hileras múltiples, la primera poda se hace por el lado no expuesto al viento, aproximadamente a mediados de la época de rotación. Las hileras restantes al barlovento ofrecen protección adecuada mientras que se establece la hilera replantada. La segunda poda (del lado del barlovento) y las otras se realizan al fin de la época de rotación (15-25 años).

NOTA: Para más información acerca de rompevientos, referirse al Apéndice H.

CAPITULO 4

PREPARACION DE LOS ALMACIGOS

- Dando a las Siembras un Buen Comienzo -

EL QUE Y EL PORQUE DE LA LABRANZA

La labranza es el uso de implementos para preparar la tierra para plantar. Son muchos los pequeños agricultores del Tercer Mundo que carecen de equipos (o cuya tierra es muy empinada o pedregosa) prepararán la tierra cortando y quemando la vegetación y luego seguir haciendo agujeros para las semillas con azadas o palos para plantar. En los casos en que se usa la labranza, éste tiene 5 propósitos principales:

- * Descomponer los terrones y aflojar el suelo superior para facilitar la germinación y emergencia de las semillas y el crecimiento de sus raíces. La mayoría de las siembras tiradas por animales o tractores requieren una tierra pre-labrada para tener buen resultado.
- * Picar y/o enterrar los residuos de la siembra anterior para que no interfieran con la siembra nueva.
- * Controlar las malezas. Un almácigo ideal debe estar completamente libre de malezas en el momento de plantar.
- * Incorporar (mezclar con el suelo) fertilizantes y cal agrícola.
- * Para formar el tipo de almácigo mejor adaptado a las condiciones específicas del suelo, siembra y lluvia (por ejemplo, almácigos elevados, lomas, almácigos hundidos, almácigos planos, etc.).

EQUIPO COMUN DE LABRANZA

NOTA: Para una descripción más detallada de labranza, vea el Traditional Field Crops Manual del Cuerpo de Paz/ICE.

Herramientas Manuales: Azadas para cavar, palas, horcas para voltear, y rastrillos son muy eficaces para áreas pequeñas. También se puede aflojar el subsuelo usando el método de doble-cavado (que se describe luego en este capítulo), el subsuelo puede ser aflojado también.

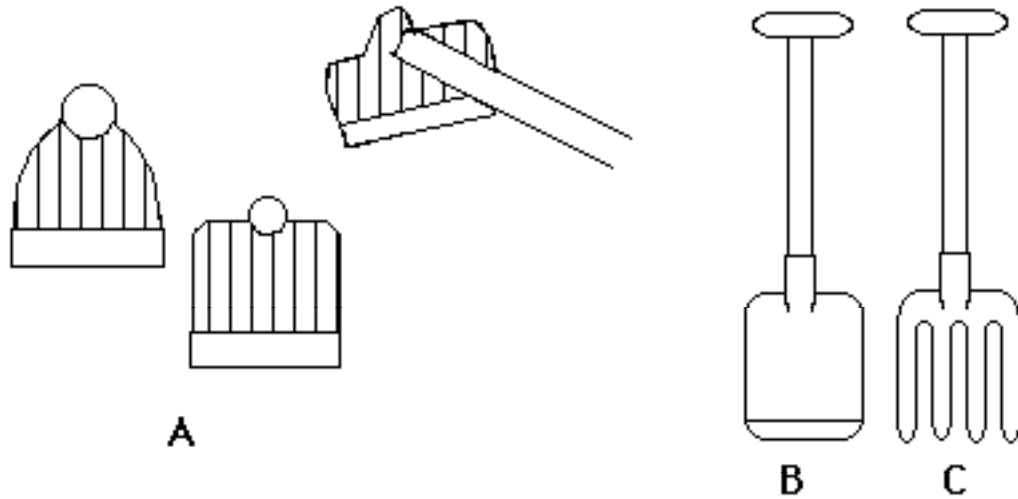


FIGURA 4-1: Azadas para cavar (A), pala para cavar (B) y rastrillo para cavar (C)

Arado de Madera: Los diseños vienen desde hace muchos siglos; son tirados por animales y algunos tienen conteras. Ellos no invierten (revuelven) el suelo ni entierran los residuos de siembras como hacen los arados de molinetes, sino básicamente hacen surcos en el suelo. Los arados de madera penetran hasta aproximadamente 15-20 cm de profundidad.

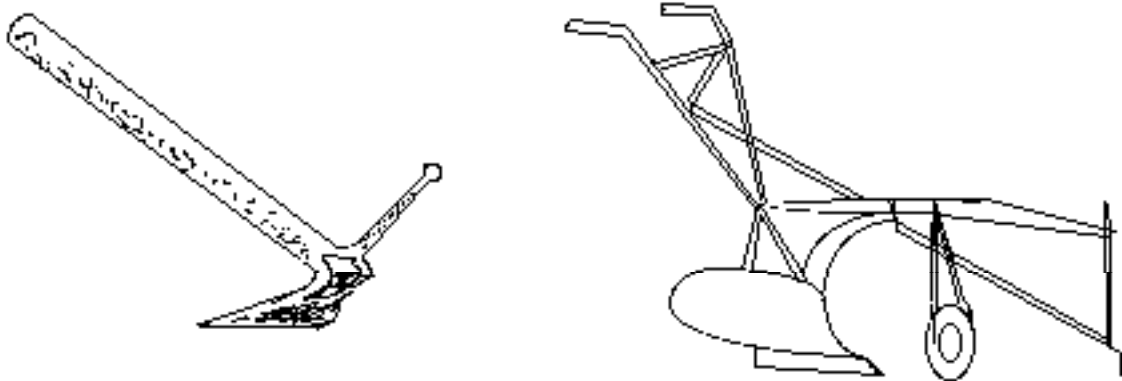


FIGURA 4-2: Arado de madera (A), arado de molinete (B)

Arado de Molinete: Dependiente de su tamaño y de la condición del suelo, penetra hasta 15-25 cm de profundidad e invierte el corte del surco, por lo que es muy útil para enterrar malezas y residuos de siembras. (Los residuos abultados como los tallos del maíz se tienen que picar primeramente). Se usan modelos tirados por animales, por tractores. Los arados de molinete no están tan bien adaptados a suelos secos, como están los de discos, y no manipulan tampoco los suelos pedregosos. Tampoco andan bien en suelos arcillosos y pegajosos.

Arado de Discos: es más adecuado que el arado de molinete en los suelos duros, arcillosos, pedregosos o pegajosos, pero no entierran los residuos. Sin embargo, ésta es

una ventaja en áreas secas donde dejar los residuos sobre la superficie reduce la erosión del suelo por viento o lluvia y la evaporación de la humedad. Casi todos los arados de discos son tirados por tractores.

Arado Rotativo: (Rotovator) existe en forma auto-impulsada o tirada por tractor. Ellos pulverizan completamente el suelo y entierran parcialmente los residuos de siembras. Los tipos pesados se pueden usar para labranza de una sola maniobra. Sin embargo, sus requerimientos de poder y combustible son altos y fácilmente pueden pulverizar demasiado el suelo y así destruir su estructura desmenuzadora beneficiosa.

FIGURA 4-3: Traílla de discos tirada por animales (A) y arado rotativo impulsado por gasolina (B).

Traílla de disco: Hay modelos tirados por animales o tractores y comúnmente se usa después de arar para romper los terrones, controlar las malezas y suavizar la tierra antes de plantar. Son también útiles para picar residuos de siembras antes de arar, pero los modelos más pesados con discos ondeados (dentados) son mejores para este propósito. Las traíllas de disco son caras y propensas a fallas de cojinetes a menos que sean engrasadas regularmente. Las versiones grandes, para trabajos pesados llamadas arados de roma, que son transportadas por grandes tractores, el arado. Las traíllas de disco cortan, tiran y aflojan los 8-15 cm de suelo superior, pero compactan inmediatamente el suelo que se halla abajo. El uso repetido de la traílla especialmente cuando la tierra está húmeda puede ocasionar la compactación en la parte inferior del suelo superior.

LOS ABUSOS DEL CULTIVO Y COMO EVITARLOS

La labranza puede mejorar o destruir la buena condición física del suelo. Por supuesto, que labrar y gradar el suelo descomponen los terrones y aflojan el suelo superior, pero la acción de mezclar y tonsurar el suelo estimulan la descomposición de su materia orgánica beneficiosa a través de microbios y también pueden pulverizar demasiado el suelo. Las ruedas de los tractores, las pezuñas de los animales, y aún el tráfico a pie pueden causar la compactación del suelo (especialmente en suelos arcillosos húmedos), que pueden perjudicar gravemente el crecimiento de raíces y el desagüe. En la agricultura mecanizada, es común desarrollar una capa de tráfico (una zona compacta) en muchos suelos (aún en los arenosos) a una profundidad justamente abajo de la profundidad de la labranza. Labrar los suelos arcillosos cuando están demasiado secos puede producir terrones grandes tan duros como ladrillos que quizás requieren lluvia o

riego antes de que se puedan descomponer. Labrar estos suelos cuando están mojados puede empeorar gravemente su condición física.

Los dos implementos que probablemente puede dañar más la condición física del suelo son la trailla de discos y el arado rotativo. Numerosos son los agricultores que usan mucho la trailla de discos pasándola repetidas veces para matar malezas o nivelar el suelo. Lastimosamente, al pasar la trailla se mata una generación de malezas, pero se estimula la aparición de otras más cerca de la superficie de la tierra donde hay suficiente oxígeno para lanzar la germinación.

El almácigo ideal

La única parte del almácigo que tiene que estar razonablemente libre de terrones es la zona de la hilera estrecha donde se plantan las semillas. En verdad, es realmente mejor mantener los espacios entre las hileras con terrones para impedir la germinación de malezas y mantener la buena condición física del suelo. Hacia los años 1960 los sistemas de labranza mínima, como labrar y plantar en la misma maniobra o usar sembradores diseñados especialmente para plantar directamente por entre los residuos de siembra sobre tierra no labrada, se han vuelto cada vez más populares para siembras del campo como maíz en los países desarrollados. Estos métodos también tienen mucha potencia para el Tercer Mundo. Por ejemplo, el International Institute for Tropical Agriculture (IITA); en Nigeria, ha estado adaptando tales métodos de labranza mínima a las condiciones de los agricultores de pequeña escala (vea apéndice G). Ellos han desarrollado sembradores manuales que pueden plantar con éxito semillas de maíz y caupi por entre vegetación que ha sido cortada (o matada con herbicida) y dejado sobre la superficie del suelo como una cubierta beneficiosa. Con este método no se usa la labranza.

CONSTRUYENDO EL ALMACIGO APROPIADO A LA SIEMBRA, SUELO Y CLIMA

NOTA: La preparación del almácigo es muy específica a la localidad y varía con el clima, tipo de suelo, siembra, nivel de manejo y equipos disponibles. Los agricultores locales suelen estar bien adiestrados para hacer almácigos; así deben tener cuidado para cambiar los métodos locales antes de probar completamente los métodos nuevos.

¿QUE TIPO DE ALMACIGO?

Existen tres tipos básicos de almácigos: planos, levantados y hundidos. El tipo mejor a usar depende del clima y las condiciones particulares del suelo que de la siembra.

Almácigos Planos

Los almácigos planos se usan donde la disponibilidad de agua es adecuada y no existen problemas con el desagüe. En algunas áreas, las siembras como maíz, sorgo, poroto y papas se inician en almácigos planos; al progresar la estación, la tierra se tira en la hilera de la siembra haciendo montículos sobre las plantas; esto se llama "apilando" y se hace para controlar las malezas en la hilera, sostener las plantas y mejorar el desagüe. (También se "apilan" papas para mantener cubiertos con tierra sus tubérculos en desarrollo). Apilar es útil solamente con siembras que tienen suficiente altura de tallo y hojas capaces de tolerar el hundimiento parcial.

Almácigos Levantados

También se pueden cultivar siembras en almácigos altos o lomos. Ellos son especialmente ventajosos para suelos arcillosos bajo niveles altos de lluvia o en cualquier otro lugar donde el desagüe no es bueno. También se pueden usar en muchas otras situaciones. Donde los sembrados se riegan por surcos, los almácigos levantados son necesarios para que el agua pueda correr por los surcos entre si.

Altura de los almácigos levantados: Los almácigos levantados suelen ser de 10-30 cm de alto. La mejor altura depende principalmente de la textura del suelo y de las condiciones de humedad. Por ejemplo, los almácigos levantados en suelos arcillosos bajo altos niveles de lluvia donde el desagüe frecuentemente es un problema suelen ser de 20-30 cm de alto. En suelos de textura más gruesas y bajo condiciones iguales, la altura del almácigo puede ser de 15-20 cm. Al usar almácigos altos, bajo condiciones más secas, un altura de 10 cm o menos puede ser la mejor para evitar las pérdidas excesivas de agua debido a la evaporación por los lados expuestos.

Anchura de los almácigos levantados: Típicamente son 100-130 cm de ancho.

Los almácigos levantados puede tener varias ventajas:

- * Mucho mejor desagüe que los almácigo planos o hundidos.
- * Proporcionan una capa doble de suelo superior, pues que se forman arrastrando el suelo superior del área circundante. (Así también son frecuentemente más aflojados que los almácigos planos o hundidos).
- * En regiones templadas, los almácigos levantados se calientan más rápidamente en la primavera, lo que puede beneficiar a una siembra susceptible al frío y aun puede permitir plantaciones más tempranas.
- * Es más fácil realizar operaciones de limpieza manual de malezas en los almácigos levantados.

Almácigos levantados usualmente no son buenos durante la estación seca, pues se secan más rápidamente que los planos o hundidos. También, el agua suele salir afuera de ellos y perderse en los pasadisos. Estas desventajas se puede aminorar parcialmente cubriendo el suelo con paja o cáscara de arroz, haciendo una murallita por los lados del amácigo para

reducir el desagüe superficial, y reduciendo la altura del almácigo hasta 10 cm o menos (vea Figura 4-4).



FIGURA 4-4: Dos tipos de almácigos levantados. El almácigo A es más adecuado para áreas de mucha lluvia. El almácigo B tiene una murallita por los 4 lados que ayuda a evitar el desagüe superficial (es beneficiosa bajo condiciones más secas).

Almácigos hundidos

En regiones secas, especialmente en suelos arenosos con baja capacidad para almacenar agua, los vegetales se pueden cultivar en almácigos hundidos (cuencas de poca profundidad) aproximadamente 100-130 cm de ancho y 2-5 cm de profundidad en relación con la superficie de la tierra circundante. Los almácigos hundidos conservan el agua mucho más eficazmente que los levantados, por 2 razones:

- * Los almácigos hundidos no tienen los lados expuestos como los levantados, por lo que no pierden mucha humedad a través de la evaporación por tales lados.
- * No se pierde agua alguna debido al desagüe superficial.



FIGURA 4-5: Un almácigo hundido. La profundidad no debe ser más de aproximadamente 4 cm.

Una desventaja de los almácigos hundidos es que algo del suelo superior se pierde en su método usual de construcción. (Se hacen sacando tierra del área del almácigo y poniéndola en las áreas circundantes). Esta pérdida probablemente no afectará el crecimiento de la siembra, si el suelo superior es de una profundidad normal (por lo menos de 15 cm) y si se añade suficiente abono o estiércol. Los siguientes son 2 métodos para construir almácigos hundidos sin perder el suelo superior:

- * Primeramente sacar el suelo superior, reponerlo después de remover suficiente el subsuelo para hundir el almácigo hasta la profundidad deseada.
- * Hacer un almácigo hundido falso aplicando tierra en sus bordes. Este método anda bien en suelos arcillosos, pero los diques del borde hechos con suelo arenoso pueden derrumbarse al regar el almácigo.

Una variación de los almácigos hundidos es la plantación en surcos, en que siembras como maíz, sorgo y porotos se plantan en el fondo del surco entre dos caballones, donde la humedad del suelo es más alta y se pierde menos fácilmente. Al progresar la estación de crecimiento, se puede tirar tierra en el surco para controlar las malezas y mejorar el desagüe si aumenta la cantidad de lluvia.

¿HASTA QUE PROFUNDIDAD SE DEBE LABRAR LA TIERRA?

La mayoría de los métodos de preparación de almácigos requiere un arado o azada para aflojar el suelo hasta la profundidad de 15-20 cm (el suelo superior). Existen condiciones bajo las cuales labrar más profundamente puede ser económico, pero, por supuesto, no es siempre así:

- * Facilitar a las raíces a entrar en el subsuelo rompiendo una capa de suelo compactada puede permitirles aprovechar una valiosa reserva de humedad. Esto puede dar por resultado una diferencia crucial durante una sequía, especialmente para siembras con raíces profundas (p.e. maíz, sorgo) que han crecido regadas por lluvia. Aflojar tal capa puede también mejorar el desagüe del suelo. En condiciones muy cálidas (p.e. el Sahel durante el periodo comprendido entre marzo y junio). Una labranza profunda puede permitir a las raíces crecer más profundamente en un suelo más fresco y más hospitalario.

El valor de la labranza profunda se sobre estima frecuentemente debido a varias razones:

- * El trabajo y energía requeridos son mucho mejores, especialmente porque el subsuelo tiende a ser más compacto. Con herramientas manuales, la labranza profunda es factible raras veces excepto en áreas pequeñas.
- * Aproximadamente 60-80 por ciento de las raíces de la mayoría de las siembras se encuentran en el suelo superior, aun en los terrenos de alta rendición.
- * Los subsuelos poco drenados y muy ácidos no permiten mucho crecimiento a las raíces aunque hayan sido bien aflojados o enriquecidos. No es raro tampoco que el suelo debajo de una capa dura o una capa de arcilla sea compactado y poco drenado.
- * Aflojar un subsuelo compactado muchas veces, es eficaz solamente durante un corto plazo si se añade un acondicionador de suelo (arena, cáscara de arroz, etc.) junto con un fertilizante. Esto puede ser factible usando herramientas manuales, pero requiere mucho trabajo.
- * En terrenos grandes, los arados del subsuelo (con hojas largas y angostas que penetran hasta 60 cm de profundidad), tirados por tractores, se pueden usar para descomponer capas duras. Los resultados varían entre malos y buenos, dependiendo del tipo de suelo, tipo de capa, humedad y las características del suelo abajo de la capa. Las capas duras (capas naturales que quedan pegadas cuando

están secas o mojadas) y las capas de tráfico (capas compactadas justamente abajo de la profundidad normal de labranza, causadas por el tráfico de máquinas agrícolas) usualmente se pueden descomponer cuando están secas. Sin embargo, labrar las capas de arcilla (capas naturales de arcilla densa) frecuentemente da resultados negativos debido a 2 razones: Primero, con frecuencia están húmedas continuamente (si no hay una larga estación seca) y no se pueden descomponer bajo tales condiciones. Segundo, el suelo abajo de tales capas suele ser compactado y mal drenado también.

¿COMO DE ANCHO LOS ALMACIGOS?

La "buena preparación" de un almacigo consiste en el grado en el cual los terrones se rompen y el suelo es igualado, aflojado. La necesidad de esto depende principalmente del tipo y del tamaño de la semilla, así como de la forma de plantar, a mano o a máquina.

- * Tipo de semilla: Las plantas monocotiledóneas como los cereales (maíz, sorgo, etc.) tienen un cotiledón (hoja de la semilla) y emergen del suelo en forma de clavo, lo que les ayuda a manejar algunos terrones. Las plantas dicotiledóneas (las legumbres como porotos, maní, caupi y casi todas las hortalizas) tienen dos cotiledones y emergen del suelo con una forma mucho más obtusa, arrastrando consigo las dos hojas de la semilla (formadas de las dos mitades de la semilla). Tienen menos capacidad para manejar terrones de la que tienen las monocotiledóneas, aunque el tamaño de la semilla también hace una diferencia.
- * Tamaño de la Semilla: Como una regla general se puede decir que cuanto más grande es la semilla menor es la necesidad de una buena preparación del almacigo. Las semillas grandes tienen más energía y pueden brotar desde una profundidad mayor. La semilla del maíz, por ejemplo, no sólo es grande sino que también es monocotiledónea lo que le da mucha capacidad para manejar los terrones. El maní, el poroto y otras legumbres tienen semillas grandes, pero esta ventaja es parcialmente anulada debido a que son dicotiledóneas. Las pequeñas semillas de sorgo y mijo carecen de alguna fuerza, pero les ayuda el ser monocotiledóneas. Note que las semillas más pequeñas (p.e. lechuga, repollo, cebolla y amaranto) requieren sembrados menos profundos que las semillas más grandes (p.e. legumbres, quimbombó, calabaza, etc.) y que un almacigo con muchos terrones dificulta precisar la profundidad de la plantación.
- * Sembrado Manual vs Sembrado a Máquina: Los agricultores que siembran a mano usualmente no necesitan una preparación tan buena del almacigo por diversas razones. Es más fácil controlar la profundidad de la plantación cuando se siembra a mano y se pueden sacar los terrones grandes. También es común cuando se planta a mano poner varias semillas en un solo hoyo lo que les da más energía para romper el suelo y salir.

ALGUNAS PRACTICAS UTILES PARA LA PRODUCCION INTENSIVA DE VERDURAS

En esta sección trataremos de estas prácticas útiles para hacer almácigos:

- * Diseño de almácigos para la producción intensiva de verduras
- * Cavando - doble
- * Manejo de suelos con arcilla pesada
- * Manejo de problemas de suelos con cortezas
- * Preparación de una mezcla de suelos para cajones de semillas

DISEÑO DE ALMACIGOS PARA LA PRODUCCION INTENSIVA DE VERDURAS: El sistema de Almácigos - y - Pasadizo

Diseño de Almácigo Occidental vs Intensivo

Una huerta de verduras al estilo occidental típico, con cada hilera de verdura bastante ancha para caminar por ella, malgasta mucho espacio. Con este tipo de huerta, las hileras de verduras están espaciadas a 60-90 cm, aunque el alcance del follaje y las raíces pueden llegar solamente a una porción de este espacio (vea Figura 4-6 A). En verdad, el intervalo usual entre hileras sugerido por la mayoría de los extensionistas agrícolas de los EE.UU. (por ejemplo, 90 cm para repollo y pimiento, 75 cm para nabo, remolacha y lechuga y 60 cm para rábano) resulta en una huerta con solo 30 por ciento, más o menos, de su espacio ocupado por las plantas y sus raíces; el área restante se usa solamente para caminar. Tales diseños malgastan tierra, agua y fertilizantes útiles; también requieren más tiempo para regar y desherbar. Además, poner un caminito entre cada hilera de verdura promueve la compactación dañosa del suelo.

El sistema de almácigo - y - pasadizo de producción intensiva es una alternativa al sistema de hileras anchas y puede ofrecer algunas ventajas bajo condiciones no mecanizadas (el sistema no anda si se hace maniobras con tractores o animales después de sembrar los almácigos). Aquí están las ventajas posibles y características del sistema de almácigo - y - pasadizos:

- * La huerta, se prepara en hileras de plantas muy poco separadas;

- * El almácigo se diseña con plantas densamente cultivadas; los pasadizos (caminitos) se ponen solamente entre los almácigos, en vez de entre todas las hileras de plantas (vea Figura 4-6 B);
- * La anchura de los almácigos puede variar entre 100-130 cm, lo que permite alcanzar todas las plantas en el área del almácigo sin caminar encima de él. Los almácigos (que pueden ser planos, levantados o hundidos de acuerdo con las condiciones de lluvia y el suelo) se mantiene mejor a 10 metros o menos de longitud para que se puedan poner pasadizo por todos sus lados, tanto como por sus extremos, para facilitar el acceso. Los pasadizos pueden ser tan estrechos como 50-60 cm, aunque un poco más anchos (hasta 100 cm) serían útiles para el tránsito de carretones;

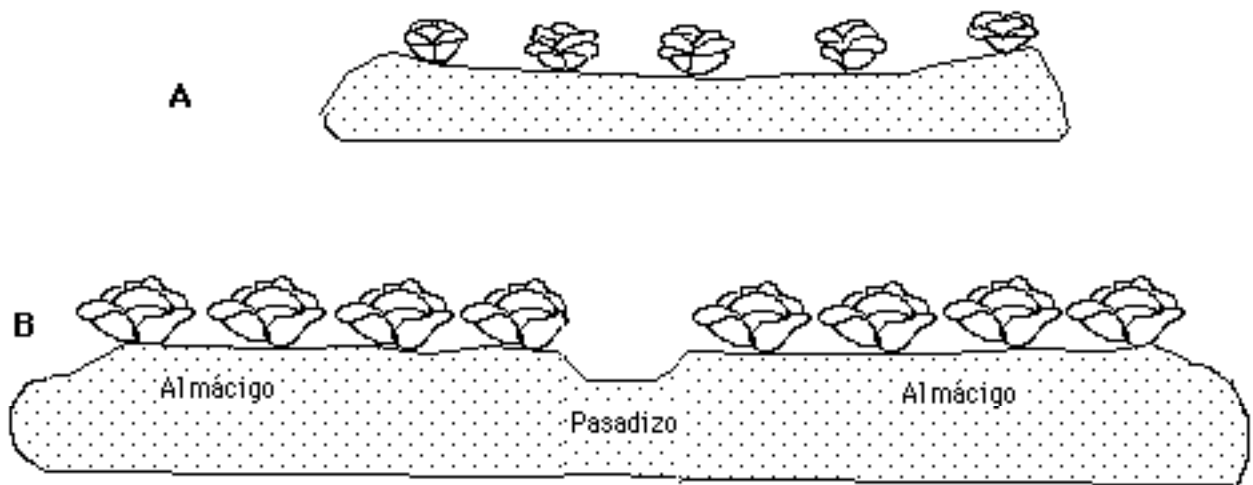


FIGURA 4-6: Sistema de hileras anchas (A). Sistema de almácigo-y-pasadizo (B).

- * Puesto que no se necesita caminar en los almácigos, el espaciamiento de las hileras de plantas se puede hacer solamente en lo que necesita la planta para desarrollarse y que suele ser mucho menos. Por ejemplo, las hileras de repollo se pueden espaciar a intervalos de 30-45 cm (vs 90 cm), de lechuga a 15-20 cm (vs 75 cm) y zanahoria a 5-10 cm (vs 75 cm). En el caso de hortalizas de raíz y de hoja, el intervalo entre hileras puede ser tan estrecho como adentro de las hileras. Dependiendo de la siembra, desde 1,5 hasta 15 veces, más plantas se pueden cultivar por metro cuadrado de tierra (incluyendo almácigos y pasadizos) con el sistema intensivo;
- * Al usar almácigos de 120 cm de ancho y pasadizos de 60 cm, el sistema intensivo dará una eficiencia de uso del área de más o menos 65 por ciento, en vez de 30 por ciento por una huerta típica de hileras anchas. Esto quiere decir que tal diseño intensivo contiene 65 metros cuadrados de almácigo y 35 metros cuadrados de callejón por cada 100 metros cuadrados de la huerta;

- * Aparte de los ahorros de espacio, trabajo y agua, las plantas intensamente espaciadas forman eventualmente una "capa o cubierta viviente" con sus hojas que efectivamente dan sombra a la mayor parte de la superficie del almácigo. Esto disminuye las pérdidas de agua por evaporación de la superficie, ayuda a suprimir las malezas y enfría el suelo (beneficioso para raíces de siembras de la estación fría como la lechuga que crece en tiempo cálido). Note que con mucha lluvia, condiciones húmedas y poco espacio para plantar puede promover el desarrollo y propagación de algunas enfermedades de las plantas, especialmente los hongos que atacan a las hojas.

CAVANDO-DOBLE

¿Qué es cavar-doble?

Como ya hemos visto, la mayoría de los métodos para preparar la tierra aflojan los 15-20 cm superiores del suelo (el suelo superior). Cavando-doble es un método para aflojar, mejorar y enriquecer una capa mucho más profunda del suelo, hasta 40-60 cm, que también incluye algo del subsuelo.

Los beneficios de Cavar-doble

Bajo condiciones apropiadas, cavar-doble puede tener algunos beneficios importantes:

- * El rendimiento puede aumentar debido al crecimiento mejor y más profundo de las raíces y mejor aeración y disponibilidad de agua. En las áreas muy cálidas, puede permitir a las raíces crecer hasta el suelo más fresco y hospitalario.
- * En algunos casos, los de doble cavado pueden dar el mismo rendimiento en menos espacio (a veces la mitad o menos); esto significa que menos tierra, y lo que es más importante, menos trabajo y agua, son necesarios.
- * Donde cavar-doble resulta en más rendimiento en menos tierra, puede ser factible el uso de otros métodos posiblemente beneficiosos como la rotación de siembras y siembras de estiércol verde. (Estos dos métodos se explican en el Capítulo 8).

Limitaciones de Cavar-Doble

- * Cavar-doble no es un método universalmente apropiado para aumentar rendimientos. Como muchos métodos llamados "mejorados", se le debe probar localmente antes de promoverlo.
- * Requiere mucho más tiempo y trabajo que la preparación normal de la tierra (probablemente por lo menos 3 veces más) y si bien es rara vez factible, no lo es en parcelas pequeñas.

- * Si el subsuelo es muy ácido (PH menos de 5,0-5,5) puede necesitar el agregado de cal para facilitar el crecimiento de raíces.
- * Cavar-doble no solucionará problemas de desagüe del subsuelo causados por un alto nivel de agua.

Situaciones que más probablemente se pueden beneficiar cavando-doble

Cavar-doble es más apropiado donde los cultivos crecen en almácigos (planos, levantados o hundidos) rodeados de pasadizos. Tales almacigos cavados-doble no se recompactarán con el tráfico de pie, animal o máquinas como sería el caso en un área con hileras anchas en un campo abierto. Es muy probable que los lechos respondan bien bajo las siguientes condiciones:

- * Subsuelos densos, compactados, arcillosos
- * Siembras con raíces más profundas, como el tomate, la berenjena, el quimbombó, la calabaza y los porotos pueden beneficiarse más que las de raíces poco profundas como la cebolla, el repollo, la lechuga y los rábanos. Sin embargo, siembras con raíces poco profundas pueden echar raíces de 40-50 cm con buenas condiciones de suelo.
- * Los climas cálidos y secos donde la penetración más profunda de las raíces suele mejorar la disponibilidad de agua y permitirles entrar en un suelo más fresco.

¿Cómo cavar-doble?

El mejor método para aprender a cavar-doble es hacerlo. Una pala es suficiente, pero un azadón o un pico pueden ser útiles para subsuelos muy duros. Aquí están las etapas a seguir:

- 1) Delimitar un almacigo de 1 por 4 metros
- 2) Empezando en un extremo del almacigo cavar un trecho de 30-40 cm de ancho de la profundidad de la hoja de su pala. Llevar la tierra excavada al otro extremo del almacigo y depositarla afuera como se muestra en la Figura 4-7A.
- 3) Añadir luego una capa de abono o estiércol de por lo menos 2 cm de espesor en el fondo del trecho y mezclarla con el subsuelo idealmente hasta la profundidad de la hoja de su pala. No es necesario invertir el subsuelo porque la materia orgánica se puede mezclar con él. Aunque algunos libros sobre agricultura dan terribles advertencias respecto a mezclar capas diferentes de suelo, no es probable que esto cause algún problema. Los acondicionadores del suelo como las cáscaras de arroz o de maní se pueden agregar junto con abono y estiércol; sin embargo, si se les añade solos pueden causar problemas temporales con el nitrógeno. (Referirse a la sección sobre acondicionadores de suelo en el Capítulo 8).

NOTA: Cavar-doble será grandemente ineficaz a menos que se añada abono, estiércol o algún tipo de acondicionadores al subsuelo; y también quedará infértil, desanimando así el crecimiento de las raíces.

- 4) Cavar el siguiente trecho de 30-40 cm de anchura, pero esta vez tirar la tierra en el trecho que hizo en el Paso 2. (Vea Figura 4-7 B).
- 5) Repetir el paso 3 con la tierra del fondo del segundo trecho
- 6) Continuar esta secuencia hasta llegar al fin del almácigo
- 7) Después de aflojar y enriquecer el subsuelo en el último trecho, llenarlo con la tierra que se llevó a ese extremo del almácigo en el paso 2 (vea Figura 4-7 C).

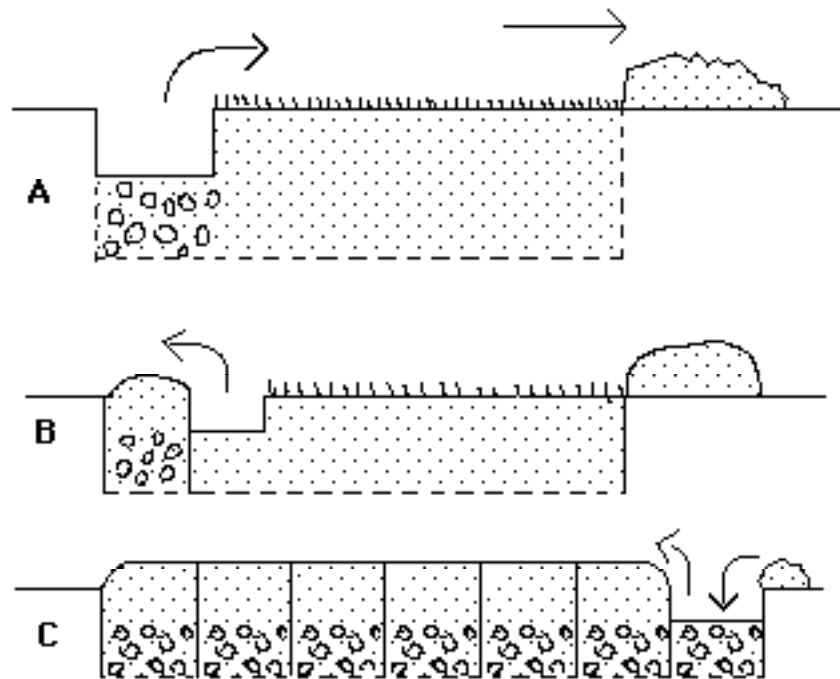


FIGURA 4-7: Un almácigo de cavado-doble

Un método más fácil: Al cavar-doble una serie de almácigos adyacentes, se puede evitar la necesidad de llevar desde el primer trecho hasta el otro extremo del almácigo (vea etapa 2 de arriba) usando el método mostrado en la Figura 4-8.

Con qué frecuencia cavar-doble Cavar-doble un área una vez por año debe ser suficiente si se usa el sistema de almácigo-pasadizo pues éste ayuda a evitar la re-compactación del suelo. Se puede necesitar varios años de cavar-doble para mejorar notablemente el suelo; después podrá hacerlo con menos frecuencia.

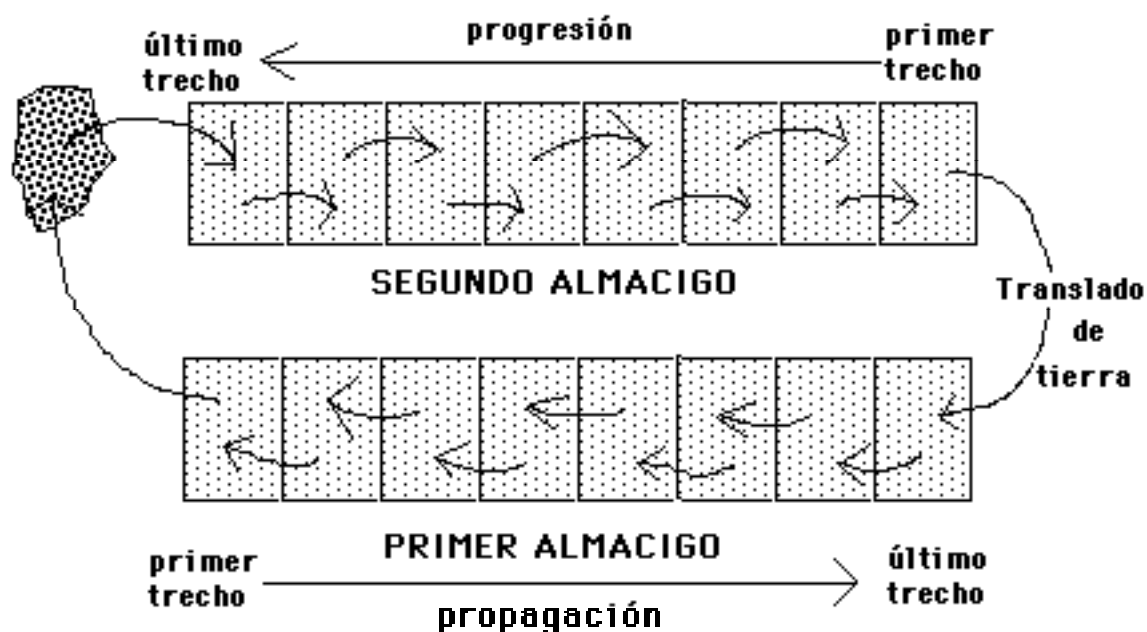


FIGURA 4-8: Un método más fácil para cavar-doble almacigos adyacentes.

COMO MANEJAR SUELOS ARCILLOSOS

La labranza, construcción de almacigos, y la siembra pueden ser muy difíciles o aun imposibles cuando los suelos arcillosos estan demasiado mojados o demasiado secos. Eso es porque tienen un alcance muy estrecho de humedad en que su capacidad para labrarse es satisfactoria. Además, de añadir arena y materia orgánica (vea capítulo 2), existen varias otras técnicas que ayudarán:

- * Cuando sea posible, dejar secar los suelos arcillosos demasiado mojados hasta que su condición sea satisfactoria para el cultivo otra vez antes de trabajarlos. De otro modo usted empeoraría las condiciones del suelo.
- * Pre-regar los suelos arcillosos secos uno o dos días antes de labrarlos puede hacer maravillas a su condición física. Cuando todo el suelo superior está muy seco, se debe aplicar por lo menos 25 litros de agua por metro cuadrado. Deje que el suelo se seque hasta que pierda mucho de su pagajosidad y así se le pueda labrar sin formar terrones resistentes a descomponerse con una azada. También se puede labrar el suelo cuando está seco echándole agua antes de descomponer los terrones.
- * Materia gruesas como la arena y la cáscaras de arroz son excelentes para mejorar la condición física de los suelos arcillosos. Si dispone de poca cantidad, primeramente preparar el almacigo para la siembra y después mezclar la materia

con los 2-5 cm superiores del suelo. Esto mejorará mucho la condición física de la zona poco profunda de la siembra y facilitará así la emergencia de los plantones. Otro método para usar eficazmente los acondicionadores limitados es ponerlos en franjas estrechas centradas en las hileras.

- * En suelos arcillosos, la emergencia de semillas pequeñas de vegetales puede mejorarse mucho cubriéndola con arena, abono o aserrín en vez de tierra. Cubrir el almácigo con una capa de pre-emergencia de heno o papel de diario ayudará a mantener húmedo el suelo para mejorar el brote y permitir plantar menos profundas las semillas.

COMO MANEJAR PROBLEMAS DE SUELOS CON COSTRAS

Algunos suelos con alto contenido de arcilla o cieno y de condiciones físicas pobres forman una costra semejante al cemento al secarse. Esto puede disminuir gravemente el brote de plantones, especialmente de los plantones obtusos dicotiledóneos (los que brotan con 2 hojas de la semilla). Aquí van algunas sugerencias para manejar las costras del suelo:

- * Hacer adiciones regulares de abono o estiércol para mantener niveles sanos de materia orgánica en el suelo, lo que ayuda a amortiguar la tendencia a la formación de costras.
- * Cubrir las semillas pequeñas de verduras con arena o aserrín en vez de tierra.
- * Mezclar arena con los 2-3 cm superiores del suelo.
- * Aplicar al suelo una capa de pre-emergencia para mantener húmeda su superficie y evitar costras. También absorberá el impacto de la lluvia o riego de arriba, que facilitan la formación de costras compactando el suelo. El heno, el pasto seco andan bien, pero hay que quitarlo tan pronto como broten los plantones, sino se enfermarían rápidamente debido a la falta de luz solar. Sin embargo, en algunos casos tales capas hacen más daño que beneficio atrayendo insectos dañinos como hormigas, grillos y termites. También se puede probar una capa liviana de una materia como cáscara de arroz o aserrín, que no se necesita quitar al brotar los plantones.

COMO HACER UNA MEZCLA DE SUELOS PARA CAJONES DE SEMILLAS

Si se cultivan transplantes de verduras usando cajones de semillas, rápidamente se descubrirá que el suelo puro, sólo, raras veces anda bien como medio para cultivación. Al confinarse a un cajón o envase poco profundo, la mayoría de los suelos tienen muy pobre

desagüe en la parte inferior del envase, a pesar de haberle hecho agujeros de desagüe. Aun llenando el fondo con cáscaras o piedritas no ayudará mucho. Eso es porque no hay tierra abajo para proporcionar una fuerza de succión para atraer el agua excesiva porque la gravedad por sí sola no es bastante fuerte. Lo mismo ocurre al colgar ropas mojadas para secarse, mucha agua que queda en la parte inferior. Así, con la tierra de envases tienen que hacer una mezcla extragruesa que facilite el desagüe pero que mantenga suficiente humedad. Otra ventaja de la mezcla de suelos es que son mucho más livianas, haciendo así más fácil mover los envases.

Aquí están algunas recetas para mezclas de tierras para cajones u otros envases, y si quiere probar sus propios también, y seguir las sugerencias de los agricultores locales.

NOTA: Igual a los almácigos de viveros, las mezclas de tierra para envases deben estar esterilizadas por calor o por otro método antes de plantar para dominar las enfermedades y nematodos.

* Mezclar cáscara de arroz con tierra ha tenido mucho éxito. Por ejemplo:

Horticultores filipinos sugieren mezclar cáscaras de arroz con tierra en una proporción de 2:1 y añadir 1 gramo de superfosfato simple (0-20-0) y 1 gramo de 14-14-14 se aplica por litro al plantar. Otro gramo a los 10 días. Y nuevamente 20 días después de plantar. Las cáscaras de arroz tienen una tendencia fuerte a retener nitrógeno y tienen poco de los otros nutrientes, por eso se añade el fertilizante químico. (La retención del nitrógeno se explica en el Capítulo 6).

* Una mezcla 1:3 de arena y abono. Fibras podridas de coco pasado por tela metálica 6-10 mm se puede usar para hacer abono instantáneo excelente.

* Un mezcla 1:1:1 de arena, suelo y abono.

CAPITULO 5

REGANDO VERDURAS

¿Cuándo? ¿Con qué frecuencia? ¿Cuánto?

NOTA: Este capítulo trata del riego manual de verduras durante la estación seca. Para MAYOR información acerca del riego por surcos para verduras y siembras del campo, refererise a la bibliografía en el Apéndice H.

VALE LA PENA USAR PRUDENTEMENTE EL AGUA

En los trópicos, especialmente en las zonas semi-áridas, la mayoría de la producción de verdura se produce durante la estación seca, significando que casi siempre el agua necesitada tiene que venir del riego; aun durante la estación lluviosa; las sequías pueden ser comunes y el riego suplementario necesario.

Si bien, el agua es escasa en la estación seca, se le usa con frecuencia en forma insuficiente. Esto no sólo hace desperdiciar el agua sino disminuye la cantidad y la calidad de la cosecha.

ALGUNOS ERRORES COMUNES DEL RIEGO Y SUS EFECTOS

- * Riego demasiado liviano: Las raíces no crecerán hacia abajo en el suelo seco; así el riego liviano causa raíces de poca profundidad. Las raíces profundas no solamente permiten a las plantas absorber más nutrientes, sino también permiten intervalos más largos entre los riegos. Es importante entender que tanto el riego frecuente y liviano como el riego más pesado y menos frecuente pueden resultar en demasiado poca penetración de agua en el suelo si la cantidad total de agua aplicada por semana es insuficiente.
- * Riego demasiado pesado: Ocurre muy fácilmente con siembras que tienen raíces poco profundas o con suelos arenosos con baja capacidad para almacenar agua. El agua excesiva se mueve más abajo de la zona de raíces, no solamente malgastando así el agua, sino también llevando consigo los nutrientes móviles como nitrógeno y azufre. En los suelos arcillosos densos, el sobre-riego puede causar el mal desagüe, privando así a las raíces del oxígeno necesario y animando enfermedades causadas por bacterias y hongos transmitidos por el suelo (para ver la diferencia en profundidad de penetración de agua entre suelos arenosos y suelos arcillosos, vea la Figura 2-2 en el Capítulo 2).
- * Riego inconsistente: El "mucho o ningun" riego no solamente somete a tensión a las plantas, sino también puede causar problemas fisiológicos como pudrimiento de los extremos de las flores en tomates y pimientos, quebrado de las frutas de tomates o cabezas de repollo y el amargor de la calabaza.

- * Riego demasiado tarde en el día: Esto promueve el desarrollo de una enfermedad causada por hongos en las plantas jóvenes manteniendo mojada la superficie del suelo durante la noche, lo que anima al hongo a propagarse. En las plantas más viejas, puede promover las enfermedades de hongos foliáceos si las hojas quedan mojadas por la noche.

Una nota sobre el riego durante el calor del día: Al contrario de la creencia común, el riego manual durante el calor del día muy raras veces daña las plantas, excepto de algunas plantas ornamentales muy delicadas. No existe ninguna evidencia de que las gotas de agua funcionan como lupas pequeñas para dañar a las hojas. Sin embargo, la elevada humedad del suelo (después de la lluvia o riego intenso) a veces puede causar un leve efecto del "quemado" en los bordes de las hojas si ocurre con temperaturas altas, sol fuerte y vientos. Esto es causado por la gutación, que quiere decir la evaporación del agua excesiva de las células de las hojas, lo que deja depósitos de sal; estos depósitos quitan agua de las células circundantes, causando la "quemadura".

TOME TIEMPO PARA APRENDER LOS CONOCIMIENTOS BASICOS DEL RIEGO

No existen métodos rápidos y fáciles para determinar la cantidad de agua que necesitan las plantas y la frecuencia con que se debe regar. El método de la "capa lustrosa", popularizado en algunos libros sobre jardines, no es bastante seguro. (En este método, el suelo, según se supone, ha recibido suficiente agua cuando una capa lustrosa de agua queda en su superficie algunos segundos después de terminar el riego). Se pueden mejorar mucho tales métodos bastos y ayudar mucho a los agricultores, si se toma el tiempo para aprender algunos conceptos y figuras bastante sencillos. Así, empezaremos:

COMO SE USA O SE PIERDE EL AGUA

Uso verdadero por la planta (llamado transpiración) es muy poco cuando las plantas son pequeñas pero aumentan rápidamente al crecer y pronto se convierte en la fuente principal de la pérdida de agua. En verdad, aproximadamente 220-660 litros de agua se transpiran en el aire por cada kilogramo de materia orgánica (seca) producido.

Evaporación desde la superficie del suelo es la fuente principal de la pérdida de agua cuando las plantas son pequeñas y mucho del suelo esta expuesto al sol. Sin embargo, las pérdidas por la evaporación son mucho menores que aquellas por transpiración cuando las plantas son más viejas y disminuyen cuando las hojas de las plantas cubren más completamente la superficie del suelo.

Desagüe hacia abajo por el suelo a mayor profundidad que las raíces de las plantas causa la pérdida de agua al regar demasiado de una vez. Recuede que los suelos almacenan agua en sus poros más pequeños (sus microporos; vea Capítulo 2) sin perderla al desagüe (a la gravedad).

Solamente el agua en los poros grandes (los macroporos) no se queda y continua moviéndose hacia abajo.

Desagüe por la superficie usualmente no es mucho excepto en los suelos con pendientes donde no se usan métodos de conservación como las curvas de nivel.

FACTORES INFLUYENTES SOBRE LA NECESIDAD DE AGUA EN LAS PLANTAS

Existen 3 conjuntos de factores que principalmente determinan la cantidad y frecuencia del riego que necesitan las plantas:

- * Factores del Suelo: Capacidad para almacenar agua y profundidad utilizable.
- * Factores del Tiempo: Temperatura, viento, humedad y lluvia.
- * Factores de la Siembra: Tipo de siembra, profundidad de sus raíces y etapa de crecimiento.

Miremos estos factores más detalladamente:

Factores del Suelo que Afectan la Necesidad de Agua

- * La capacidad para almacenar agua de un suelo depende principalmente de su textura (vea Capítulo 2). En comparación con los suelos arcillosos, los arenosos tienen más macroporos (poros grandes) que no retienen el agua tanto como los microporos. En verdad, los suelos arenosos pueden retener sólo aproximadamente la mitad del agua utilizable por unidad de profundidad que pueden retener los arcillosos, esto significa que:

LOS SUELOS ARENOSOS REQUIEREN RIEGO MAS FRECUENTE Y LIVIANO QUE LOS SUELOS ARCILLOSOS.

- * El contenido de humus de un suelo también influye en su capacidad para almacenar agua, pero solamente en los suelos más arenosos. Añadir abono o estiércol a los suelos arcillosos no ayuda sus capacidad ya de por si alta para almacenar agua. (Humus es la materia orgánica parcialmente descompuesta que se vuelve oscura y miguera).
- * La profundidad utilizable del suelo es otro factor importante. Los suelos poco profundos o que contienen capas duras o subsuelos compactos que restringen la profundidad de las raíces requieren riego más frecuente y liviano que otros suelos. Los subsuelos muy ácidos (con PH por debajo de 5,0-5,5) también pueden restringir la profundidad de las raíces.

FACTORES DEL TIEMPO QUE INFLUYEN SOBRE LA NECESIDAD DE AGUA

Un método sencillo para entender estos factores es notar que cualquier condición del tiempo que acelera el secado de las ropas en la cuerda también aumenta el uso de agua en las plantas. Por ejemplo:

- * Temperatura: Las plantas usan más agua en los días calurosos, además, las pérdidas de agua por evaporación desde la superficie del suelo son más altas en tales días.
- * Luz del sol: Las plantas usan más agua en los días soleados que en los días nublados. El suelo expuesto también pierde más agua durante los días soleados.
- * Humedad relativa: El uso de agua por las plantas aumenta al disminuir la humedad, ocurre lo mismo con la evaporación.
- * Viento: Aumenta el uso de agua por las plantas tanto como las pérdidas de evaporación.

OBSERVACION: En algunas áreas como la región Sahel de Africa, un conjunto de, humedad baja, temperatura alta y viento persistente es común durante gran parte de la estación seca y puede aumentar notablemente la necesidades de agua.

FACTORES DE SIEMBRA QUE INFLUYEN SOBRE LA NECESIDAD DE AGUA

- * Tipo de siembra: De las siembras del campo, los mijos son las más resistentes a la sequía, seguida por el sorgo y el maní. El caupi, aunque no tan tolerante como el sorgo y el maní, crece mejor que los porotos comunes y especialmente que el maíz bajo condiciones de humedad baja.

De las siembras de raíces, la cazabe (mandioca) es muy resistente a la sequía y las batatas tienen bastante resistencia. Los ñames tropicales (*Dioscorea* spp.) pueden soportar sequías cortas, pero la mayoría de los taros verdaderos (*Colocasia* spp.) requieren una elevada humedad del suelo. Sin embargo, el Xanthosoma sagittifolium (Taña, yautia), parecido a los taros, soporta condiciones más secas.

OBSERVACION: En todos los casos, aún las siembras resistentes como el mijo producen mucho menos bajo condiciones de poca humedad. Sin embargo, las siembras no resistentes muchas veces mueren bajo tales condiciones.

En general, las verduras no tienen buena resistencia a la sequía y ambas, la rendición y calidad puede disminuir por la sequía. Sin embargo, la sandía y otras verduras con raíces profundas el quingumbo, berengena, y el tomate son más resistentes a las sequías que aquellas con raíces poco profundas como la lechuga, la cebolla y la familia crucifer (repollo, coliflor, brócoli, rábano, nabo, bretones). Estas, con raíces poco profundas

necesitan riego más frecuente y liviano que aquellas con raíces más profundas. (Vea Tabla 5-1).

- * Profundidad de las raíces: Además de las diferencias en la profundidad final de las raíces recientemente tratadas, todas las plantas requieren riego más frecuente y liviano cuando son jóvenes. Al crecer más profundas sus raíces, los intervalos entre riegos y la cantidad de agua aplicada por riego puede aumentarse.
- * Etapa de crecimiento: Las necesidades de agua aumentan al crecer las plantas y llegar a la cumbre durante el florecimiento o fructificación. Con la mayoría de las verduras, esta cumbre continúa hasta el tiempo de cosechar. Sin embargo, en las siembras como maíz, sorgo y porotos secos que se cosechan en la etapa completamente madura y seca, las necesidades de agua disminuyen gradualmente mientras que se maduran las plantas.

OBSERVACION: Aunque las plantas jóvenes con frecuencia pueden curarse completamente después de un tiempo de sequía, una falta de agua durante el florecimiento o fructificación puede reducir gravemente la rendición y calidad de la cosecha.

TABLA 5-1

Profundidad de las Raíces de las Siembras Cuando no Existen
Obstáculos Para la Penetración

<u>(45-60 cm)</u> <u>Poco Profundo</u>	<u>(90-120 cm)</u> <u>Moderadamente Profundo</u>	<u>(Más que 120 cm)</u> <u>Profundo</u>
Ajo	Acelga	Batata
Apio	Arroz	Calabaza anaranjada
Bretones	Arveja	Calabaza de invierno
Brócoli	Berenjena	Caña de azúcar
Cebolla	Calabaza de verano	Chirivía
Coliflor	Cantalupo	Espárrago
Espinaca	Mostaza	Haba de Lima
Lechuga	Nabo	Maíz del campo
Maíz dulce	Pepino	Sandía
Papa	Pimiento	Sorgo
Perejil	Poroto	Tomate
Rábano	Remolacha	
Repollo	Zanahoria	
Repollo Chino		

**¡BUENO, VAMOS AL GRANO! ¿CUANTA AGUA
REQUIEREN LAS PLANTAS Y CON QUE FRECUENCIA?**

Bueno, como se ve con todos los factores arriba mencionados, no hay una respuesta sencilla. Pero, se pueden dar algunos parámetros definidos, se necesita adjuntar los números para corresponder a su condición. Primeramente, veremos cuanta agua necesitan las plantas por semana, y después trataremos de cuantas veces por semana.

Cantidad de Agua Necesaria por Semana

Las recomendaciones para el riego de siembras se dan frecuentemente en términos de pulgadas o milímetros de agua por semana. Una pulgada (o milímetro) de agua es igual a llenar una batea de fondo plano con 1 pulgada (o 1 milímetro) de agua. Observe que estas mediciones tratan del espesor real de la capa de agua y no del tamaño de la batea (o del terreno), ni de la profundidad hasta donde el agua penetrará en el suelo. En términos de volumen real de agua requerido por áreas, aquí están algunas conversiones muy útiles:

1 PULGADA DE AGUA = 7 GALONES (25 LITROS) POR METRO CUADRADO
1 MILIMETRO DE AGUA = 1 LITRO POR METRO CUADRADO

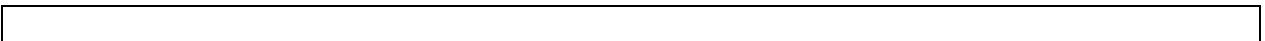


TABLA 5-2

NECESIDADES TOTALES DE AGUA POR SEMANA (1)

(incluye ambos, el uso por las plantas y la evaporación desde el suelo)

	<u>Pulgadas de agua</u>	<u>Milímetros de agua</u>	<u>Litros necesarios por metro cuadrado</u> (2)
PLANTAS MUY JOVENES DURANTE TIEMPO CALIDO	0,75-1,00"	19-25 mm	19-25 litros
USO MAXIMO PARA VERDURAS DURANTE TIEMPO CALIDO (durante florecimiento y fructificación)	1,40-2,00"	35-50 mm	35-50 litros (3)
USO MAXIMO PARA SIEMBRAS DEL CAMPO (Desde polinación hasta 3-4 semanas de llenado de granos)	1,75-2,75"	45-70 mm	45-70 litros

- (1) Si la zona de raíces esta muy seca, se la debe regar antes de cultivar para "recargarla". (Vea la sección acerca de pre-riego en este capítulo).
- (2) Trata sobre los metros cuadrados actualmente sembrados. Al usar el sistema de almácigo y callejón, solamente se debe regar los almácigos con esta cantidad, no riegue los pasadizos, porque poco o ningún crecimiento de raíces ocurre allí.
- (3) Condiciones graves del tiempo (elevado calor más viento secos) pueden aumentar estas cantidades hasta el 20 por ciento más que la máxima dada.

Como usar la Tabla 5-2: Se necesitan considerar las condiciones de tiempo y la etapa de crecimiento de la siembra. Mientras más grande crece la siembra, se debe aumentar gradualmente el total semanal de riego (si no cambia bruscamente el tiempo) en vez de aumentarlo súbitamente desde 25 hasta 45 litros por metro cuadrado.

Note también que la necesidad semanal de agua es igual si se cultiva una siembra en suelo arenoso o arcilloso. La diferencia es que los suelos arcillosos pueden tolerar el riego menos frecuente que los arenosos. Una excepción de esto puede ser los suelos arcillosos que forman grietas grandes al sercase; en ellos, se puede perder mucha más agua a través de la evaporación por las grietas si no se cubre el suelo o se le da sombra. (Adiciones grandes de arena o de materia orgánica reducen la tendencia a hacer grietas).

Con que frecuencia regar

Básicamente existen 2 métodos que se pueden usar:

- * Riegos más livianos y frecuentes.
- * Riegos más pesados y menos frecuentes.

Ambos métodos satisfacen los requerimientos de las siembras, si es que la cantidad de agua aplicada es cada semana la adecuada. (Vea la Tabla 5-2, arriba). Ambos logran la misma profundidad de penetración de agua, dado que se usan cantidades iguales de agua por semana. Es posible que el riego frecuente resultará en pérdidas de agua en poco más elevados a través de la evaporación sobre los suelos descubiertos (o sin sombra); sin embargo, el riego frecuente puede evitar las grietas en algunos suelos arcillosos, así disminuyendo las pérdidas a través de la evaporación.

Para decidir cual método a usar, se tiene que tomar en cuenta 4 factores: Capacidad del suelo para almacenar agua, profundidad de las raíces, fuentes de agua y consideraciones laborales.

- * Capacidad del suelo para almacenar agua: Los suelos arenosos requieren riego más frecuentes (aproximadamente 2 veces más frecuentes) pero más livianos que los suelos arcillosos, porque ellos pueden almacenar aproximadamente la mitad del agua utilizable para una profundidad igual.
- * Profundidad de las raíces: En la medida en que el sistema de raíces es menos profundo más frecuentemente hay que regarlo. Las plantas jóvenes requieren el riego más frecuente, debido a sus raíces cortas y el uso rápido del agua cerca de ellas. Por supuesto, las siembras con raíces poco profundas, como repollo y lechuga, requieren el riego más frecuente que aquellas con raíces más profundas como berenjena y tomate.

OBSERVACION: Durante los primeros días siguientes al transplante, las semillas necesitarán un riego más frecuente de lo que podría indicar su tamaño. Luego de plantadas, en clima cálido y por una semana, se necesitará el riego dos veces a la semana. Las semillas que han crecido en recipientes sufren menos daños en sus raíces durante el transplante y son menos susceptibles a secarse. Asimismo, el endurecimiento apropiado por medio de la restricción del agua durante 7 a 10 días antes de plantar las semillas aminorará la necesidad inicial del agua.

- * Fuentes de agua: Si se riega a mano de un pozo con cantidades limitadas de agua, puede ser necesario regar livianamente una o dos veces por día en vez de regar más pesadamente y con menos frecuencia, lo que podría agotar la capacidad diaria de un pozo. (Una alternativa sería regar solamente una parte del jardín cada día). Los agricultores que usan el riego por canales con un sistema cooperativo quizás pueden recibir agua solamente en algunos días de la semana.

- * Consideraciones laborales: En algunos casos, los agricultores u horticultores prefieren espaciar el trabajo del riego regando una o dos veces por día (usando riegos livianos), aunque los factores del suelo y siembra permitirían el riego más pesado cada 2-4 días o más.

Con qué frecuencia regar antes de que emerjan los plántones: La mayoría de las semillas tienen que circundarse con suelos continuamente mojados para brotar. Las semillas grandes como las de maíz y porotos suelen sembrarse a bastante profundidad como para que no requieran riego adicional para brotar después del cultivo. Sin embargo, las semillas más pequeñas, especialmente las muy pequeñas como las de lechuga y amaranto tienen que plantarse a poca profundidad (a 5-15 mm). En tal caso, la superficie del suelo se debe mantener mojada hasta que emerjan los plántones. Si no se cubre el suelo con hojita y estiércol del tipo pre-emergencia, éste puede requerir un riego de hasta 3 veces por día en los suelos arenosos con tiempo caluroso y asoleado. (Las cubiertas del suelo del tipo pre-emergencia se explican en el Capítulo 8).

Algunos Ejemplos Prácticos de la Frecuencia del Riego

OBSERVACION: Estos ejemplos se diseñan para calcular la más baja frecuencia permitible por semana; está bien regar 1 ó 2 veces por día, toda vez que la cantidad de agua aplicada por litro se disminuya para dar la misma cantidad total por semana.

EJEMPLO 1: Suponga que se está cultivando repollo en suelo arcilloso con tiempo caluroso, y que es la etapa del uso máximo de agua (la formación de las cabezas). Se calcula que se necesitan 40 litros por semana por metro cuadrado. El suelo arcilloso tiene una buena capacidad para almacenar agua, pero el repollo tiene raíces poco profundas, por eso probablemente se requieren 2 riegos de 20 litros por metro cuadrado por semana.

EJEMPLO 2: Ahora, sustituiremos tomate en su etapa de florecimiento/fructando en el ejemplo 1. Al contrario del repollo, los tomates tienen raíces profundas (dada que no existen ningún obstáculo para su penetración en el suelo). Suponiendo que se requieren 50 litros por metro cuadrado por semana, probablemente se puede regar cada 5 días. Para calcular la cantidad de agua necesaria por riego.

50 litros por metro cuadrado por semana

$5/7 \times 50$ litros = aproximadamente 36 litros por metro cuadrado cada 5 días

EJEMPLO 3: Ahora, trataremos con un almácigo de vivero, con tomates, pepinos, y repollos jóvenes en suelo muy arenoso y tiempo caluroso. Las necesidades de agua serán aproximadamente 20-25 litros por metro cuadrado por semana. Probablemente, se tiene que regar 1 ó 2 veces por día en la primera semana después de la emergencia de los plántones, aplicando 3-3,5 litros por metro cuadrado diariamente. Por supuesto, si se aplicó toda el agua (20-25 litros por metro

cuadrado) en una sola vez, la mayoría del agua pasaría afuera de la zona de raíces y sería malgastada. Cuando los plántones tienen 1-2 semanas, probablemente se puede reducir la frecuencia de riego hasta una vez cada 2 días.

Todos los ejemplos arriba mencionados son solamente aproximaciones; siempre se tiene que decidir cuanta cantidad y frecuencia de riego es mejor para cada situación.

Como Saber Cuándo las Plantas Necesitan Agua

Señales iniciales de sequía: Plantas marchitas, hojas enrolladas, y en algunos casos, cambios de colores (maíz y otras siembras frecuentemente cambian a un color verde-azulado).

Síntomas avanzados de sequía: Hoja amarillas y eventualmente castañas ("quemadas"), empezando en las extremidades.

OBSERVACION: La mayoría de estos síntomas puede ser causada por cualquier cosa que interfiera con la absorción de agua como los nematodos, insectos del suelo, minadores de tallos, enfermedades causadas por hongos o bacterias, quemaduras por fertilizantes y aun las temperaturas altas. También la diferencia de nitrógeno puede causar colores amarillos.

Idealmente, a las plantas nunca se les debe permitir llegar a las etapas avanzadas de sequía entre los riegos. Si las plantas se marchitan un poco no dañarán a las más jóvenes, pero aun 1 día que se marchiten puede disminuir la rendición y calidad de la cosecha si ocurre durante la etapa de florecimiento, de fructificación o formación de cabezas.

Dos Pruebas para Determinar si se Necesita Regar

- * La prueba de "arañar" se puede usar con plántones jóvenes con raíces poco profundas. Arañe el suelo y observe hasta que profundidad tiene que llegar para encontrar el suelo húmedo. Si ésta profundidad es más de 2-3 cm, es tiempo de regar las plantas con raíces poco profundas.
- * La prueba de "exprimir" usando la tabla en el apéndice B, se puede estimar el porcentaje de agua disponible que queda en la zona de raíces. Usualmente se debe aplicar más agua antes de que se acabe la mitad del agua disponible de la zona de raíces. Las plantas absorben aproximadamente 40 por ciento de sus necesidades de agua desde la cuarta parte superior de la zona de raíces. Al acabarse el agua disponible de esta zona, ya es tiempo de regar otra vez.

Midiendo hasta que profundidad ha penetrado el agua: Use una barra de acero de 10-12 mm de diámetro levemente puntiaguda. Espere 12-24 horas después de regar y empuje el extremo puntiagudo en el suelo. La barra debe penetrar fácilmente el suelo hasta llegar a la parte seca. (Las capas duras pueden reducir la precisión de este método).

Tomando en cuenta la lluvia: puesto que la lluvia cambiará la necesidad para regar, es muy importante notarla. Hay que comprar un medidor de lluvia, o fabricar uno con una lata de lados rectos. Cantidades de lluvia de menos de 6 mm (1/4") no ayudan mucho a las plantas, porque se pierde mucho con la evaporación. Igualmente, la lluvia muy fuerte puede resultar en desperdicio de desagüe fluvial o pérdida de desagüe descendente por abajo de la zona de las raíces. Por ejemplo, una lluvia de 100 mm quizás añadirá solamente 20-30 litros por metro cuadrado de agua disponible a las raíces poco profundas como las de repollo, especialmente en los suelos arenosos. (Recuerde que cada milímetro de agua iguala a 1 litro por metro cuadrado).

¿Qué hay del Pre-Riego?

Frecuentemente es aconsejable pre-regar el suelo hasta la profundidad eventual de las raíces antes de sembrar, especialmente si la zona de raíces está muy seca. Use el cuadro en el apéndice B para determinar el estatus de la humedad del suelo. Después, use la sección sobre capacidad para almacenar agua en el Capítulo 2 para determinar cuánto pre-riego se necesita. Si se aplica la cantidad correcta de agua, se perdería poco, excepto la que se evapora desde la superficie del suelo y sus pocos centímetros superiores. El restante se almacenará seguramente en los microporos para uso futuro. (Los suelos arcillosos que forman grietas al secarse pueden tener pérdidas más graves de agua). El pre-riego también tiene algunos otros beneficios posibles:

- * Mejorar la capacidad para el labrado de los suelos muy arcillosos Los suelos muy arcillosos y duros se pueden labrar más fácilmente si se mojan bien antes (como por lo menos 25 litros por metro cuadrado 1 o 2 días antes de labrar la tierra).
- * Control de malezas antes de sembrar verduras: Regar un almácigo preparado 7-10 días antes de sembrarlo animará a que brote muchas semillas de malezas. Desyerbar el almácigo hasta poca profundidad con una azada matará estas malezas sin llevar más semillas hacia la superficie del suelo donde pueden brotar fácilmente. Así se pueden disminuir notablemente los problemas de malezas en suelos con poblaciones grandes de malezas anuales (las que se reproducen por semillas).

ALGUNOS METODOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL USO DE AGUA

En gran parte del Tercer Mundo, el agua es escasa durante la estación seca, pero la producción de siembras con riego artificial requiere cantidades tremendas. A seguir hay algunas sugerencias para ayudar a los agricultores a usar más eficazmente el agua. Aunque cada uno de ellos ayudaría a conservar agua, lo más eficaz sería usar varios de estos métodos en conjunto.

- * Preparar un horario sobre la cantidad y frecuencia de riego adecuado para el suelo, tiempo y siembra específicos. Recuerde considerar los factores de fuentes de agua y de trabajo mencionados en este capítulo. Por ejemplo, puede ser aceptable regar tomates más maduros cada 4 o 5 días, pero quizás el pozo sea incapaz de proporcionar suficiente agua de una sola vez para hacerlo así.
- * Usar el sistema de almácigos y pasadizos para producción en pequeña escala (vea Capítulo 4). Permitiendo el espacimient más denso de las plantas y al disminuir la compactación del suelo, este sistema suele resultar en rendiciones mejores que los sistemas de hileras anchas. Las poblaciones más elevadas de plantas y rendiciones por metro cuadrado realmente requieren poco o ningún agua adicional puesto que las plantas sembradas con más densidad dan sombra al suelo más eficazmente, así sirviendo como una cubierta viva. Debido a los mejores rendimientos, el requerimiento de agua por kilogramo de producto suele ser mucho menos.
- * Usar rompevientos donde los vientos secantes calurosos son un problema. Ellos disminuyen las pérdidas a través de la evapo-transpiración tanto como proteger contra los daños causados por el viento. Hileras de árboles de crecimiento rápido hacia el lado del viento de una huerta pueden ser muy eficaces y también proporcionar fruta, alimento para ganado y leña. (Referirse al Capítulo 3 para más detalles acerca de los rompevientos).
- * Cubrir el suelo con cáscaras de maní o arroz, heno o pasto seco reducen mucho las pérdidas de agua a través de la evaporación. También tiene varias otras ventajas (vea el Capítulo 8), pero puede atraer grillos, hormigas, termitas, babozas y otros insectos dañinos. Considerar cubiertas de pre-emergencia y post-emergencia.
- * Tipo de almácigo: Los almácigos levantados (si no están cubiertos) se secan más rápidamente que los planos o hundidos. Bajo condiciones muy secas, los almácigos hundidos suelen ser los mejores, puesto que ellos evitan el desagüe por la superficie del suelo. (Vea Capítulo 4 para información sobre los tipos de almácigos).
- * Micro-depósitos: son "concavidades" poco profundas hechas en el suelo desde 30 cm hasta varios metros de diámetro con una planta o árbol puesto en su centro. Son muy eficaces para recoger agua del área circundante y concentrarla en las raíces de las plantas. Bajo condiciones lluviosas, sin embargo, los micro depósitos pueden provocar el desagüe deficiente y las enfermedades que se transmiten por el suelo.
- * Varios tipos de macro-depósitos se pueden usar para coleccionar el agua de áreas más grandes que tienen pendientes leves. Un método es el uso de represas en el contorno; por este método se construyen barreras de tierra a través de la pendiente para retener el desagüe.
- * Prácticas de la conservación del suelo como curvas de nivel y terrazas, mejoran notablemente la retención de agua reduciendo el desagüe de lluvia o riego. Vea el Capítulo 3.

- * El agua de la lluvia se puede recojer desde los techos y usar para riego. Cada metro cuadrado de techo da un litro de agua por mm de lluvia que cae.
- * Buen control de malezas disminuye las pérdidas de agua también, puesto que las malezas pueden usar cantidades notables de agua.
- * Donde los suelos son muy arcillosos y compactados, el cavar-doble los almácigos y añadirle materia orgánica mejorará la profundidad de las raíces y permitirá más tiempo entre riegos. (Vea Capitulo 4).
- * Añadir abono o estiércol a los suelos arenosos aumentará su capacidad para almacenar agua.
- * Usar la media sombra para siembras poco tolerantes al calor como la lechuga y miembros de la familia crucifera (repollo, brócoli, coliflor, etc.).
- * El método de "doble trasplante" para cultivar trasplantes de hortalizas vale la pena probarse. Cuando los trasplantes son lo suficientemente grandes como para poner en el terreno, se ponen en un almácigo de vivero más grande en vez del terreno, así se pueden espaciar aproximadamente cada 15 cm. Esto permite mantenerlos en un área confinada por más tiempo, de esta manera ahorrando agua y trabajo. Este método resulta bien con tomate, pues ellos toleran bastante bien el trasplante tardío. (Ellos se deben transplantar más profundamente, con la mayoría de su tallo hundido en la tierra para formar más raíces. La mayoría de las otras plantas carecen de esta capacidad).
- * Elegir variedades tolerantes a la sequía: Esto se aplica más a las siembras del campo como el maíz en que se ha hecho más trabajo en el cultivo de variedades tolerantes. Por ejemplo, aunque el maíz no es muy resistente a la sequía, hay mucha diferencia entre sus variedades. Sin embargo, puede ser una mala idea elegir una variedad por su resistencia a la sequía en vez de su resistencia a las enfermedades y otras características beneficiosas.
- * Fertilización balanceada, o química y orgánica, ayuda a mejorar la eficiencia del uso de agua estimulando el crecimiento de las raíces. Observe, sin embargo, que las siembras no pueden usar tanto fertilizante cuando están limitadas por la sequía.
- * Control de los nematodos del suelo: cuando están presentes, los nematodos del suelo, que se alimentan de las raíces de plantas, pueden restringir la absorción de agua (y fertilizantes) por las plantas.
- * Riego por goteo es un método para administrar agua a las plantas colocando un caño plástico de diámetro pequeño en las hileras. El caño poroso se usa para siembras densas como la zanahoria; para las menos densas como los tomates, se usan aplicadores individuales para concentrar el agua cerca de las plantas. El agua se aplica con volúmen y presión bajas y se riegan las plantas cada 1 o 2 días.

El riego por goteo puede ahorrar agua administrándola cerca de las plantas y disminuyendo el desagüe el área mojada susceptible a la evaporación. Sin embargo, la eficiencia del uso de agua es mayor al usar este sistema con plantas no densas como tomates y calabazas, puesto que se necesita mojar menos área. El riego por goteo es relativamente barato y excepto por el

caño poroso, los componentes del sistema se pueden fabricar con materiales locales. También se pueden aplicar fertilizantes con este sistema, aunque se requiere que los mismos sean solubles. El problema principal del sistema es su tendencia a bloquearse, aún cuando se use el filtrado. Caños y aplicadores mejorados han eliminado mucho este problema. Con cuidado, se pueden usar los caños por varios años.

PARTE II: MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

CAPITULO 6

FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION DE PLANTAS SIMPLIFICADAS

Un Punto de Vista Práctico

Para muchos agricultores y obreros del desarrollo, la fertilidad del suelo es uno de los temas más misteriosos de la producción de siembras. ¿Cómo y cuándo se deben aplicar fertilizantes? ¿Qué tipo y cantidad se debe usar? ¿Y qué hay sobre fertilizantes químicos vs orgánicos? La parte II de este manual trata de todo estos temas.

HAGAMOS UN ACUERDO

La fertilidad del suelo puede parecer un tema no muy interesante, y quizás no le gustará leer más de 100 páginas acerca de ella. Sin embargo, considérela así: El manejo de la fertilidad del suelo es una parte esencial de la producción exitosa de las siembras, pero es un área que frecuentemente es mal entendida y susceptible de un manejo defectuoso. Si usted está dispuesto a leer la Parte II y aprender a usarla como una referencia práctica, sabrá por lo menos tanto como la mayoría de los agrónomos sobre los aspectos prácticos de la fertilidad del suelo.

Y lo que es aún más importante: será más eficaz como obrero de extensión agrícola en términos de conocimiento; también encontrará que muchos de estos conocimientos básicos pueden ser entendidos fácilmente por los agricultores con poca o ninguna educación formal. Después de todo, una de las metas del trabajo de desarrollo verdadero es "capacitar" a la gente común para darle más control sobre sus circunstancias de vida. Un conocimiento así es un paso en la dirección apropiada.

Antes de tratar sobre el uso de fertilizantes orgánicos y químicos, debemos tratar sobre algunos conocimientos fundamentales del suelo. Este es el propósito de este capítulo.

COMO CRECEN LAS PLANTAS

Las plantas crecen agrandando sus células y desarrollando células nuevas en las puntas de sus raíces y botones.

Fotosíntesis: Cómo forman las plantas comida y tejidos

Las plantas producen comida para obtener energía, formar tejidos, y almacenar a través de un proceso llamado fotosíntesis, que se produce en las células verdes, que contienen clorofila que se encuentran principalmente en las hojas. Estas células toman dióxido de carbono del aire y lo combina con agua (absorbida por las raíces) para formar azúcares sencillos, usando clorofila y luz del sol como catalizadores. Como se muestra abajo, el oxígeno también es un sub-producto:

$$\text{Dióxido de Carbono} + \text{agua} \xrightarrow[\text{Clorofila}]{\text{Luz Solar}} \text{Azúcar} + \text{Oxígeno}$$

Este azúcar es la "comida" verdadera de las plantas, y he aquí lo que ellas hacen con la misma:

- * Se usa para energía en un proceso llamado respiración, en que las plantas la dirigen, en forma muy parecida a como lo hacemos nosotros, y liberan dióxido de carbono.
- * También el azúcar se almacena en su forma natural en cantidades variables (por ejemplo, el maíz contiene poco, pero la caña dulce contiene mucho).
- * Se la usa para formar celulosa y otros tipos de fibras que mantienen juntas las plantas con sus células. Las plantas son las únicas fuentes de fibras en nuestras dietas.
- * El azúcar se puede convertir en almidón, el componente principal de la mayoría de las semillas y las siembras feculentas como banana, papa, cazabe (mandioca) y otras siembras de raíces. También se convierte en grasa, un componente principal de algunas siembras como coco, soja, maní y aguacate.
- * El azúcar, al combinarse con nitrógeno, forma proteína.

La fotosíntesis gobierna la velocidad del crecimiento de una planta y es el factor principal influyente en el rendimiento de las siembras. Se la estimula a través de:

- * La luz solar adecuada. El tiempo nublado disminuye la cantidad de fotosíntesis.
- * La humedad adecuada.
- * Temperaturas favorables que dependen mucho del tipo de planta.
- * Cantidades adecuadas de los nutrientes minerales, como el nitrógeno, fósforo, etc.
- * Buen control de insectos y enfermedades, que evite la destrucción de los tejidos verdes.
- * Suficiente dióxido de carbono. El aire común contiene suficiente. Algunos dueños de invernaderos tratan de alzar el nivel en el aire.

Una Nota Sobre las Plantas "C4": Algunas siembras como maíz, sorgo, amaranto y caña dulce tienen un tipo de fotosíntesis, extraordinariamente eficaz, que funciona mejor bajo condiciones de alta temperatura, pleno sol y humedad baja. Ellas se llaman plantas C4.

¿Entonces, Dónde se Incluyen los Nutrientes de las Plantas?

Los nutrientes minerales de las plantas, como el nitrógeno, vienen del suelo y de suplemento de fertilizante. Ellos son absorbidos por los cabellos de las raíces (proyecciones muy delicadas y pequeñas sobre las raíces) en la forma de iones (moléculas con cargas eléctricas positivas o negativas) en el agua del suelo y realizan muchas funciones. Algunos, como el potasio, se usan para la formación de azúcares y almidones, mientras que el nitrógeno se usa en la fabricación de proteína y de clorofila.

FORMAS DISPONIBLES VS NO-DISPONIBLES DE NUTRIENTES MINERALES

Además de agua y dióxido de carbono, las plantas necesitan aproximadamente 14 nutrientes minerales: NITROGENO, FOSFORO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO, AZUFRE, HIERRO, MANGANESO, COBRE, ZINC, BORO, MOLIBDENO, SODIO Y CLORO (los 2 últimos raras veces son deficientes).

Cada uno de estos nutrientes minerales existen en formas disponibles y no-disponibles en el suelo. Por ejemplo, solamente al aproximadamente 1-2% del potasio en un suelo está actualmente disponible a las raíces; la mayoría del otro 98-99% está atado como partes de piedritas o partículas de arcilla y se libera muy lentamente en mucho tiempo.

Igualmente, aproximadamente el 1-2% del nitrógeno en el suelo ésta fácilmente usable por las plantas. El restante queda en la forma orgánica como hojas, raíces y residuos de siembras muertas en varias condiciones de descomposición; el nitrógeno orgánico no se halla disponible hasta que la bacteria del suelo lo convierta en iones de amonio o nitrato.

Lo mismo se aplica a cada uno de los otros nutrientes minerales en grados variables, dependiente de las condiciones del suelo. Como veremos en seguida, el PH del suelo puede tener un impacto grande sobre la disponibilidad de los nutrientes.

CARGA NEGATIVA DEL SUELO Y CAPACIDAD PARA ALMACENAR NUTRIENTES

Algunos suelos sufren pérdidas por filtración mucho más altas que otros. El (filtrado ocurre cuando el agua se mueve hacia abajo llevando consigo los nutrientes hasta afuera de la zona de las raíces de plantas).

Factores Influyentes Sobre Pérdidas por Filtración

La textura del suelo, su carga negativa y la cantidad de lluvia o riego determinan el potencial de filtración de un suelo:

- * Los suelos arcillosos y los altos humus sufren menos pérdidas por filtración debido a su carga negativa más elevada y su mayor capacidad para almacenar agua (hasta dos veces mayor que los suelos arenosos). Recuerde, sin embargo, que las arcillas del tipo "tropical" (como kaolín y las arcillas) tienen carga negativa muy baja.
- * Los suelos arenosos son muy susceptibles a la filtración por 2 razones. Primera, suelen tener carga negativa baja, que indica capacidad baja para almacenar los nutrientes con carga positiva. Segundo, una cantidad dada de agua les penetra hasta una mayor profundidad que en los suelos más finos con mejor capacidad para almacenar agua (vea el Capítulo 2).
- * A mayor precipitación pluvial, mayores pérdidas se sufrirán debido al filtrado.
- * El "peor caso" para el filtrado sería un suelo arenoso con poco humus y bajo condiciones muy lluviosas.

¿Cómo Ayuda la Carga Negativa al Suelo a Almacenar Nutrientes?

Las partículas de arcilla y de humus tienen cargas eléctricas negativas. Las formas de nutrientes disponibles para las plantas existen como iones que son moléculas con cargas positivas (+) o negativas (-). Las partículas de arcilla y humus con cargas negativas funcionan como pequeños imanes para atraer y sujetar los iones con cargas positivas como los de potasio (K+), calcio (Ca++) y magnesio (Mg++), así protegiéndolos contra filtraciones. Lo bueno es que los iones con cargas positivas (llamado cationes) están disponibles para las raíces aun cuando estén sujetos por las partículas de arcilla y humus. Los cationes todavía se filtran un poco, pero mucho menos que los aniones.

Lastimosamente, no tienen tanta suerte los aniones con cargas negativas como los nitrato (NO3-) y sulfato (SO4--). Puesto que las cargas eléctricas iguales se repelen, estos aniones no están sujetos por las partículas de arcilla y humus con cargas negativas; en vez de eso, ellos se mueven libremente en el agua del suelo, así quedando muy susceptibles a filtrarse en la mayoría de los casos.

TABLA 6-1	
<u>Algunos Nutrientes Comunes de Plantas y su Susceptibilidad al Filtrarse</u>	
<u>Nutrientes Cargadas + (Cationes)</u> (bastante resistentes a filtrarse)	<u>Nutrientes Cargadas - (Aniones)</u> (Fácilmente perdidos por filtrarse)
Nitrógeno de amonio (NH4+)	Nitrógeno de nitrato (NO3-)
Potasio (K+)	Sulfato (SO4--)

Calsio (Ca⁺⁺)

Observación: Las pérdidas de potasio a través de filtraciones pueden ser un problema en los suelos arenosos bajo condiciones lluviosas.

Magnesio (Mg⁺⁺)

¿Qué hay sobre el Fósforo?: Es una excepción. Aunque sus dos tipos iónicos de suelo (HPO₄⁻⁻ y H₂PO₄⁻) tienen cargas negativas, apenas se mueven en el suelo, puesto que estos iones fácilmente forman compuestos químicos insolubles inmóviles con hierro, aluminio, calcio y magnesio. Aunque así se evita el filtrado del fósforo, las raíces tienen dificultades para absorberlo en tal forma. Tal "sujeción" se llama fijación de fósforo y puede ser un problema grave en muchos suelos, especialmente cuando los fertilizantes de fósforo no se aplican correctamente.

Observación: No confunda la fijación de fósforo con la fijación de nitrógeno (el proceso en que la bacteria rhizobia asociada con las legumbres convierte el N del aire en formas disponibles para estas plantas).

Cómo se Mide la Carga Negativa del Suelo:
Capacidad para Intercambiar Cationes (C.I.C.)

La capacidad de intercambio de un suelo (también llamada la capacidad para intercambiar cationes, o C.I.C.) es una medida de su carga negativa, o de la cantidad de nutrientes con cargas positivas que puede sujetar contra la filtración.

La C.I.C. de un suelo depende de su contenido de arcilla y humus, puesto que ellos son las únicas partículas del suelo con carga negativa en el suelo. Los suelos con C.I.C. baja son especialmente susceptibles al filtrado y tienen poca capacidad de retención de nutrientes. Aun los suelos de la misma textura pueden variar mucho en su C.I.C. debido a variaciones en su contenido de humus y el tipo de minerales arcillosos que contienen (vea Tabla 6-3).

La Tabla 6-2 ilustra las variaciones notables de C.I.C. entre humus y arcilla y también entre los diferentes tipos de arcilla. Observe la carga negativa muy alta de humus, que indica porque el humus puede dar fácilmente la mayor parte de la C.I.C. en muchos suelos, aún cuando está presente en niveles típicos de solamente 2-4% (por peso). Estas diferencias explican porque la C.I.C. varía tanto entre los suelos (aun de la misma textura), como se muestra en la Tabla 6-3.

TABLA 6-2

La Capacidad Relativa Para Intercambiar Cationes
que Tienen las Partículas de Arcilla y Humus

	<u>C.I.C. *</u>
Humus	150-200

Arcillas de los tipos "moderados"	15-100
Arcillas de los tipos "tropicales"	2-15

TABLA 6-3

Variaciones Típicas de la Capacidad
Para Intercambiar Cationes entre Suelos

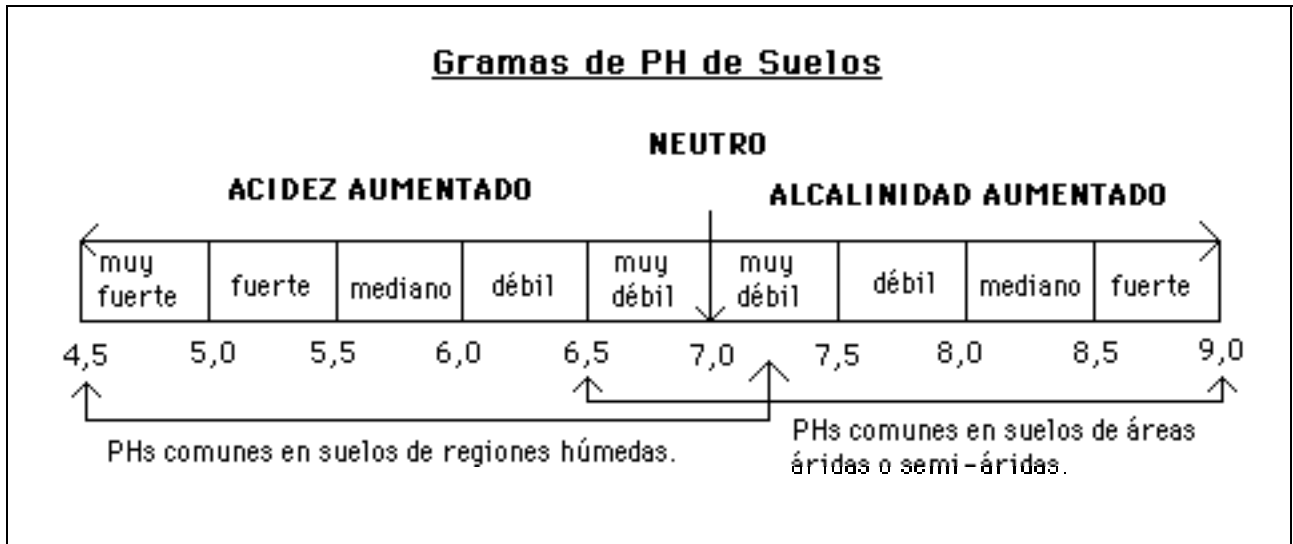
<u>Nombre del Suelo</u>	<u>C.I.C.del suelo superior *</u>
Arcilla Hilo (Hawaii)	67,0
Arcilla Cecil (Alabama)	4,8
Arcilla Susquehanna (Alabama)	34,2
Marga Arenosa Greenville (Alabama)	2,3
Marga Arenosa Colma (California)	17,1

* No se preocupe sobre lo que significan los números; la comparación entre los tipos es lo que importa. (Para ustedes que conocen la química, la C.I.C. se mide en términos de mili-equivalencias de catión por 100 gramos del suelo).

PH DEL SUELO Y COMO INFLUYE EN EL CRECIMIENTO DE LAS SIEMBRAS

Los suelos pueden ser ácidos, neutros, o básicos (alcalinos), y esto se mide en unidades de PH. La escala de PH corre desde 1 (acidez máxima) hasta 14 (alcalinidad máxima) y el 7 que indica neutro. La mayoría de los suelos queda en la gama de 5,0 y 7,5 con extremos desde 4,0 a 9,0 como ilustra la Figura 6-1.

FIGURA 6-1



La acidez es causada por los iones de hidrógeno en la forma H^+ y la alcalinidad por iones de hidroxil (OH^-). Un PH de 7,0 es neutro lo cual significa que existen cantidades iguales de iones H^+ y OH^- . Cuando el PH disminuye hasta bajo 7,0, existen más iones de H^+ que de OH^- y la alcalinidad aumenta.

La escala de PH es logarítmica: Esto significa que un suelo con PH de 4,0 es 10 veces más ácido que uno con PH de 5,0 y 100 veces más ácido que uno con PH 6,0. Un PH de 3,9 es 1000 veces más ácido que un PH de 6,9. Igualmente un PH de 8,5 es 10 veces más alcalino que uno de 7,5, pero 10 veces menos alcalino que uno de 9,5.

¿Por qué Varían Tanto los PH Entre los Suelos?

El clima, la cantidad de filtrado, el material pariente y los métodos agrícolas influyen en el PH de un suelo:

- * Clima y Filtración: Como se ilustra en la Figura 6-1, los suelos de regiones lluviosas suelen ser más ácidos. Eso es porque mucho calcio y magnesio (las bases principales del suelo) se han filtrado por la lluvia. Este es un proceso lento puesto que ambos son iones con cargas positivas y así es como el proceso funciona: los iones H^+ que forman ácidos, se producen a través de la descomposición de materia orgánica y materiales parientes ácidos como el granito y también a través del uso de la mayoría de los fertilizantes que contienen nitrógeno. Puesto que también son cationes, estos iones de H^+ pueden reemplazar algunos de los iones de calcio y magnesio sujetos por las partículas de arcilla y humus. Una vez devueltos al agua del suelo, los iones de calcio y magnesio son susceptibles a filtrarse. Cuando llueve mucho, esto resulta en suelos más ácidos.

Al contrario, los suelos de regiones más secas como el Sahel son usualmente más alcalinos o solamente muy poco ácidos, porque menos filtrado de Ca y Mg ocurre donde hay menos lluvia.

Los suelos de regiones secas no siempre son alcalinos, ni tampoco los de regiones lluviosas siempre son ácidos. La roca pariente y las prácticas agrícolas también les pueden influir.

- * Roca Pariente: Los suelos formados de rocas básicas como piedra caliza y basalto suelen ser menos ácidos (más básicos) que aquellos formados por rocas ácidas como granito y arenisca. Sin embargo, aún los suelos formados por piedra caliza pueden ser ácidos si han sufrido mucha filtración.
- * Prácticas agrícolas: Añadir cal al suelo disminuirá su acidez (aumentará su PH). Estiércol, abono y la mayoría de los fertilizantes químicos que contienen nitrógeno, gradualmente aumentan la acidez del suelo al aplicárseles por muchos años.

¿Por Qué Preocuparse por el PH del Suelo?

El PH del suelo puede tener un impacto grande sobre el crecimiento y rendimiento de siembras. La mayoría de las siembras producen rendimientos satisfactorios entre los PH de aproximadamente 5,5-7,5 con un PH ideal de aproximadamente 6,3 para la mayoría. Algunas siembras como piña, café, papa y batata son especialmente tolerantes a los suelos ácidos. (Para mayor información sobre las tolerancias de siembras, lea la Tabla 11-1 en el Capítulo 11).

¿Cómo el PH del Suelo Influye en el Crecimiento de las Siembras?

- * La sujeción (fijación) de fósforo está muy influida por el PH del suelo. El fósforo es más disponible entre los PH de 6,0-7,0 (Vea el Capítulo 11).
- * Los suelos muy ácidos pueden ser tóxicos para las plantas. Aluminio, manganeso o hierro se tornan más solubles al aumentar la acidez y pueden dañar a las raíces en suelos con PH menor que 5,0-5,5, dependiendo del suelo y tipo de siembra.
- * El PH del suelo influye sobre la disponibilidad de micronutrientes para las raíces de las plantas. Además de molibdeno, los otros 5 micronutrientes de plantas (hierro, manganeso, cobre, zinc y boro) se tornan más disponibles al disminuir la acidez (al aumentar el PH). El hierro y manganeso son los más afectados y pueden quedar tan insolubles a un PH más alto de 6,5 que las plantas pueden sufrir deficiencias (vea la Figura 6-2).
- * La mayoría de los microbios beneficiosos del suelo no pueden crecer en los suelos muy ácido. (Las bacterias y hongos beneficiosos del suelo se describen en el Capítulo 1).
- * Los problemas de salinidad y alcalinidad ocurren a un PH de 8,0 y, más alto que 8,0 cuando el sodio y otras sales están presentes en niveles suficientemente altos como para ser tóxicos a las plantas (vea el Capítulo 12).

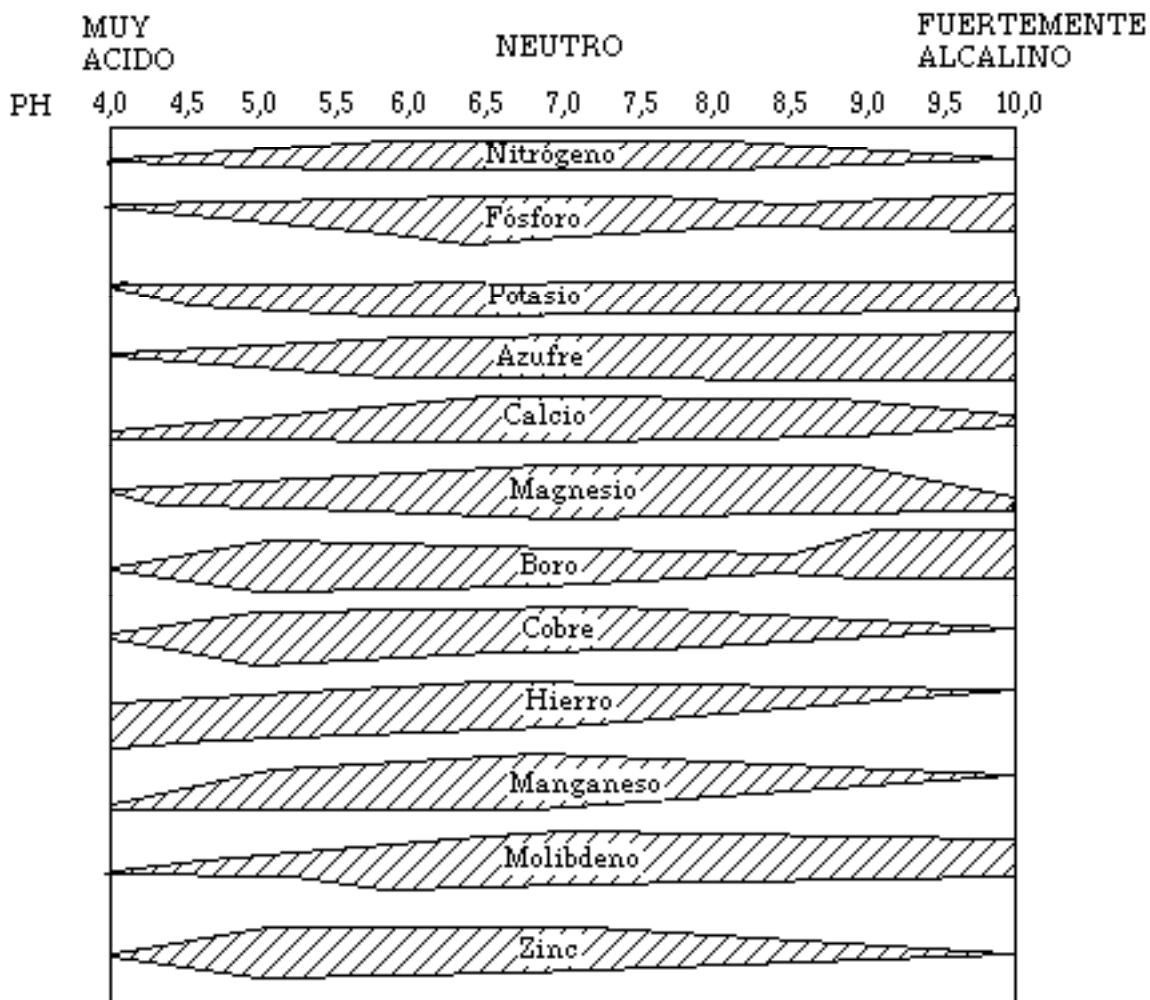


FIGURA 6-2: La influencia de PH del suelo sobre la disponibilidad de nutrientes de plantas en suelos minerales. Las partes más anchas de las áreas sombreadas señalan la máxima disponibilidad de cada nutriente.

¿Cómo se puede medir el PH del suelo?

Los laboratorios de suelos determinan el PH como una parte rutinaria de probar suelos. También se puede medir bastante exactamente en el campo con un equipo indicador líquido o un tester eléctrico portátil. Vea Capítulo 12 acerca de la añadidura de cal para más detalles.

¿Cómo se Puede Cambiar el PH del Suelo?

Al añadir cal disminuirá la acidez del suelo y aumentará el PH. Algunas materias comunes par añadir cal son la piedra caliza (carbonato de calcio), dolomita (una mezcla de carbonatos de magnesio y calcio), y cal quemada (óxido de calcio). Azufre y sulfato de aluminio se pueden usar para reducir aún más el PH de suelos ácidos (que a veces se hace para siembras que prefieren los suelos ácidos (que a veces se hace para siembras que prefieren los suelos ácidos,

como la mora azul). El yeso (sulfato de calcio o tiza) no añade cal pero se puede usar para quitar sodio (una base muy fuerte) de los suelos muy alcalinos, así bajando el PH hacia neutro.

Para más información acerca de cómo cambiar el PH del suelo, vea el Capítulo 12 sobre problemas de salinidad y alcalinidad.

DATOS IMPORTANTES ACERCA DE LOS NUTRIENTES DE LAS PLANTAS

Los nutrientes de plantas se pueden dividir en 2 grupos: los MACRONUTRIENTES y los MICRONUTRIENTES.

<u>MACRONUTRIENTES</u>	
<u>Macronutrientes Primarios</u>	<u>Macronutrientes Secundarios</u>
NITROGENO (N)	CALCIO (Ca)
FOSFORO (P)	MAGNESIO (Mg)
POTASIO (K)	AZUFRE (S)
<u>MICRONUTRIENTES</u>	
HIERRO (Fe)	ZINC (Zn)
MANGANESO (Mn)	BORO (B)
COBRE (Cu)	MOLIBDENO (Mo)

Macronutrientes vs Micronutrientes

Los 6 macronutrientes forman aproximadamente 99% de la dieta de una planta. N, P y K forman aproximadamente 60% y son definitivamente los "GRANDES 3" de la fertilidad del suelo en términos de cantidad requerida y posibilidad de deficiencias.

TABLA 6-4

Cantidad de Nutrientes Necesaria para Producir

4000 kg de Maíz Descascarado

<u>Macronutrientes</u>	<u>Kg</u>	<u>Micronutrientes</u>	<u>Kg</u>
Nitrógeno	112	Hierro	3,0
Fósforo (P ₂ O ₅)	43	Manganeso	0,7
Potasio (K ₂ O)	89	Zinc	0,2
Calcio	21	Cobre	0,05
Magnesio	18	Boro	0,05
Azufre	17	Molibdeno	0,0054

Esto no significa que los macronutrientes secundarios o los micronutrientes son menos esenciales. Aunque su deficiencia no es tan común, pueden tener impactos tan graves sobre la rendicimiento de siembras cuando esta deficiencia ocurre.

LOS "GRANDES 3" N, P y K

NITROGENO (N)

El papel del Nitrógeno: N es el nutriente que con más frecuencia es deficiente en la mayoría de los suelos cultivados. Realiza varios papeles importantes:

- * Es una parte esencial de la clorofila, que es necesaria para la fotosíntesis.
- * Las plantas combinan N con azúcares para formar proteínas. Todas las proteínas contienen aproximadamente 16% de N.
- * Fomenta el crecimiento vegetativo (crecimiento de hojas).
- * Fomenta el engorde de las semillas de granos.

Las Siembras Varian en sus Necesidades de N

Siembras con Alta Necesidad de N

- * Las siembras que tienen mucho crecimiento vegetativo requieren mucho N, dado que hay suficiente agua para tener rendimientos altos.
- * Los cereales, las hortalizas con muchas hojas (lechuga, repollo, etc), los vegetales parecidos a frutas (tomate, pimiento, etc), pasto, caña de azúcar y banana. Sin embargo, la mayoría de las variedades de crecimiento típico del arroz y trigo suelen doblarse (volcarse) cuando tienen mucho N.

- * Las siembras leguminosas también requieren mucho N, pero son un caso especial debido a su capacidad para fijar N.

Siembras con Necesidades Moderadas de N

- * La mayoría de las siembras de raíces como el nabo, la remolacha, la zanahoria, ñame, papa, batata, cazabe (mandioca) y taro requieren menos N que las anteriormente mencionadas. Demasiado N puede favorecer la producción de hojas en vez de raíces. Sin embargo, algunas de las variedades nuevas de papas crecen bien con alto nivel de N.

¿Qué hay Sobre las Necesidades de N Para Legumbres?

Las legumbres son parcialmente o completamente auto-suficientes para satisfacer sus necesidades de N debido a su relación simbiótica con la bacteria rhizobia (*Rhizobium* spp.) que vive en módulos sobre sus raíces. La rhizobia convierte N no disponible del aire a una forma utilizable por la planta; este proceso se llama fijación de nitrógeno. Como se explica a continuación, las legumbres varían en su capacidad para fijar N. (Para más información sobre fijación de N, referirse a la sección sobre pulsos en el Capítulo 10):

- * Algunos pulsos (legumbres que producen semillas comestibles) como soja, caupi, mani, poroto mung, arveja de paloma, poroto alado y haba de lima del tipo enredadera pueden satisfacer todas sus necesidades de N si tienen el tipo apropiado de rhizobia.
- * Los porotos del campo (de marina, negro, de riñones, de pinto; nombre botánico Phaseolus vulgaris), la arveja de campo (Pisum sativum), la arveja de huerta (Pisum arvense) y las variedades arbustosas de haba de lima tienen rhizobia de tipos menos eficaces y solamente pueden satisfacer aproximadamente la mitad de sus necesidades de N a través de la fijación.
- * Las legumbres de forraje, como trebol, kudzu tropical y estilo, son completamente auto-suficientes y hasta pueden producir suficiente N para satisfacer las necesidades de otro pasto que se cultivan intermezclados con ellos.

Los Efectos del Demasiado N

Tener demasiado N puede afectar adversamente el crecimiento de las siembras, especialmente si los otros nutrientes son deficientes. Puede:

- * Retrasar la madurez, pero no en todos los casos.
- * Reducir la resistencia a enfermedades haciendo el crecimiento demasiado succulento y así más fácilmente atacado por los organismos de enfermedades.
- * Desanimar la formación de frutas o raíces en favor del crecimiento de hojas.
- * Aumentar el doblado (volcado de semilla), especialmente en las variedades de crecimiento alto de arroz y trigo.

COMO EL NITROGENO SE COMPORTA EN EL SUELO

Formas disponibles vs No-disponibles de N: Sólo aproximadamente 1-2% del N nativo del suelo está verdaderamente disponible para las plantas y existe en forma inorgánica (mineral) como amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-). El otro 98-99% esta sujeto en la forma orgánica no disponible como parte del humus o residuos de siembras que los microbios del suelo gradualmente convierten en amonio y nitrato (vea Figura 6-3). La mayoría de los suelos tienen demasiado poca materia orgánica para suministrar N en forma suficientemente rápida, por esto se necesita fertilizante de N (orgánico o químico).

(No disponible)	(Disponible)	(Disponible)
N ORGANICO	AMONIO N (NH_4^+)	NITRATO N (NO_3^-)
(Semanas, meses)		(Días, semanas)

FIGURA 6-3: Los microbios del suelo convierten N orgánico en formas disponibles.

El N disponible se pierde fácilmente a través de filtraciones

La forma de amonio (NH_4^+) de N tiene moderada resistencia a filtraciones (excepto en los suelos con baja C.I.C.) debido a su carga positiva. Sin embargo, el N nitrato (NO_3^-) se filtra más fácilmente debido a su carga negativa.

Reduciendo las pérdidas por filtrado: Si se usan fertilizantes químicos, quizás se piense que es fácil evitar las pérdidas por filtraciones eligiendo N en la forma de amonio. El problema es que, en los suelos calientes, la bacteria del suelo convertirá casi todo el amonio en nitrato filtrable en solamente 7-10 días. En suelos más fríos, la conversión es mucho más lenta. Por ejemplo, si la temperatura promedio del suelo es de 11 grados centígrados, el aproximadamente 50 por ciento del amonio se convertiría en nitrato filtrable en 5 semanas. En verdad, agricultores en la "cinturón de maíz" de los Estados Unidos pueden aplicar fertilizantes de amonio en el otoño (5-6 meses antes de sembrar) con poca o ninguna pérdida por filtraciones gracias a las temperaturas muy bajas del suelo durante el invierno.

Bajo condiciones calurosas, el método más práctico para reducir las pérdidas por filtraciones es "alimentar a cucharadas" el N cuando es aplicado como fertilizante químico, o usar fuentes orgánicas como abono y estiércol maduro, que son fuentes de N disponibles que se liberan lentamente (el N orgánico no se filtra). En los Capítulos 8 y 9 se trata sobre este tema.

Desnitrificación: Otro Método en que se Pierde N

En suelos mal desaguados donde queda poco aire, mucho N disponible se pierde a través de la desnitrificación. Lo que pasa es que ciertos tipos de bacterias anaeróbicas (que pueden vivir sin oxígeno) convierten el nitrato (NO_3^-) en gas de nitrógeno que escapa del suelo y se pierde. Las pérdidas pueden ser muy elevadas si se inunda el suelo por algunos días después de una lluvia fuerte.

Aún los suelos que parecen bien desaguados en la superficie pueden tener problemas graves de desnitrificación en su subsuelo, si es mal desaguado. Mejorar el desagüe es el mejor método para evitar estas pérdidas (vea el Capítulo 2) Los arrozales inundados requieren manejo especial de sus fertilizantes para evitar pérdidas grandes de N por desnitrificación (vea el Capítulo 10).

Sujeción Temporal de N por Residuos de Siembras

El N disponible del suelo puede ser sujetado temporalmente por la bacteria si los residuos de siembras o condicionadores como cáscaras de arroz, se mezclan con el suelo. A continuación se da una explicación de este tipo de sujeción de N y como evitarlo:

- * La bacteria del suelo que descompone los residuos de siembras usa carbono para energía y nitrógeno para hacer proteínas para el crecimiento y la reproducción. La mayoría de los residuos no leguminosos, como tallos de maíz, contienen suficiente carbono pero insuficiente nitrógeno. Las cáscaras de arroz, maní o mijo y el aserrín contienen aun menos N.
- * La bacteria compensa la falta de N en su "comida" prestando N del suelo. Una siembra que crece en dicho suelo puede sufrir una deficiencia temporal de N hasta que la bacteria termine de digerir los residuos. Después de convertirlos en humus, la actividad de la bacteria disminuye y el N "prestado" del suelo está disponible para las plantas otra vez, al morir muchas bacterias. La deficiencia temporal de N en tales casos puede durar varias semanas.
- * OBSERVACION: Los residuos de tallos y hojas de legumbres, como poroto, caupi y maní, suelen contener suficiente N para evitar estos problemas de sujeción. Sin embargo, las cáscaras de maní contienen poco N.

Se puede evitar dicha sujeción de N en tres formas:

- a) Cuando es posible, mezclar los residuos de poco N con el suelo, por lo menos 1 mes antes de la siembra, para darles suficiente tiempo de pudrirse. Sin embargo, se pudrirán poco si el suelo es seco o muy frío.
- b) Al tiempo de sembrar, asegúrese de añadir suficiente N (de fertilizantes químicos o de una fuente orgánica de mucho N fácilmente disponible, como estiércol nuevo) para mantener la siembra durante el período de escasez. Se necesitan aproximadamente 30-60 Kg/ha de N o el equivalente de 75-150 Kg/ha de fertilizante de urea (45-0-0). No tiene que mezclarse el

fertilizante con todo el suelo. En verdad, se necesitaría menos N si se le pone cerca de las hileras de siembras, donde las plantas tienen buen acceso a él.

- c) Los residuos de siembras se pueden recojer y abonar antes de devolverlos al suelo. Esto se hace en partes del sur-este de Asia con residuos de paja de arroz, pero es mucho trabajo y requiere la adición de materia de alto contenido de N, como estiércol nuevo, para fomentar la descomposición de la paja (que contienen muy poco N). (Para más información sobre abono, referirse al Capítulo 8).

FOSFORO (P)

El Papel del Fósforo

El fósforo cumple muchos papeles en el crecimiento de las plantas y ejerce un efecto beneficioso sobre:

- * La formación de raíces y el crecimiento temprano.
- * El florecimiento, aparición de frutas y formación de semillas.
- * La calidad de la cosecha, especialmente de hortalizas y siembras de forraje.
- * La resistencia a algunas enfermedades.

Las Deficiencias de Fósforo son Comunes

Al igual que N, la mayoría de los suelos son deficientes en P por varias razones:

- * La mayoría de los suelos contienen poco P en total.
- * Mucho del P natural de un suelo está sujeto y por tanto no disponible a las plantas.
- * Mucho del P aplicado en forma de fertilizante químico también puede ser sujeto.

Sujeción (Fijación) de Fósforo

Sólo aproximadamente el 5-20% del P aplicado como fertilizante químico a una siembra anual como maíz o verduras estará verdaderamente disponible para ella. En suelos ácidos, mucho P se "fija" (sujeta) por reacciones químicas con hierro, aluminio y manganeso que forman compuestos no solubles en el agua. En los suelos básicos, el P añadido reacciona casi igualmente con calcio y magnesio.

La cantidad de P disponible inmediatamente después de una aplicación de fertilizante químico depende de la cantidad aplicada, pero aún más depende del método de aplicación.

Una parte del 80-95 por ciento del P que se vuelve fijo, eventualmente se tornará disponible a las siembras a través de los años. Se dice que aplicar fertilizante P es como depositar dinero en el banco y vivir del interés. La cantidad de interés obtenido depende mucho del tipo de suelo. Algunos suelos, especialmente los suelos rojos muy ácidos, con mucha arcilla "tropical", pueden tener una capacidad extraordinaria para fijar P y pueden sujetar 95-99 por ciento del P aplicado como fertilizante en una forma prácticamente irreversible y no disponible.

El P en fertilizantes orgánicos como abono y estiércol es mucho menos susceptible a fijarse.

NOTA: ¡No confunda fijación del P con fijación del N!

La Retención Temporal de P por Descomposición de Resíduos de Siembras: Como con el N, una parte del P del suelo se puede fijar temporalmente al añadir al suelo residuos con poco N (los residuos no leguminosos). La bacteria que descompone los residuos necesita tanto P como N para crecer y reproducirse y prestar ambos del suelo como se explica en la sección anterior sobre el nitrógeno. Tal sujeción puede durar varias semanas o más, pero se puede compensarlo aplicando los fertilizantes de P cerca de la hilera de plantas. Los residuos de legumbres se descomponen bastante rápidamente para no causar problemas de retención de P.

Cómo Minimizar los Problemas de Retención de P

- * El método de aplicación es muy importante: en la mayoría de los casos, los fertilizantes químicos de P no se debe diseminar, sino aplicar en bandas, círculos, o semi-círculos para concentrar el P cerca de la hilera de plantas (vea el Capítulo 9).
- * Mantener un nivel adecuado de materia orgánica en el suelo: La materia orgánica, al descomponerse, produce humus y ácidos orgánicos que forman compuestos con el hierro y aluminio del suelo; tal formación de compuestos reduce en mucho su capacidad para sujetar el P.
- * Añadir cal a los suelos demasiados ácido: La fijación de P causa problemas más graves a un PH bajo. Igualmente, un PH más alto que 7,5 aumenta la sujeción del P. El P es más disponible entre los PH4 de 6,0 y 7,0.
- * El N ayuda a las plantas a absorber el P, entonces, aplicar P y N al mismo tiempo es beneficioso (si hace falta N).

La buena noticia: ¡El P no se Filtra!

Al contrario del nitrato N, el P es relativamente inmovil en el suelo, y virtualmente no se pierde a través de filtraciones aun en los suelos arenosos. Esto significa que no se necesita "aplicar a cucharadas" el fertilizante P dividiendo las aplicaciones en dos o más; se puede aplicar toda la dosis al plantar o al transplantar.

POTASIO (K)

El papel del Potasio

- * Promueve la formación de almidón y azúcar. Siembras como la banana, la caña de azúcar y las raíces feculentas como papa, mandioca y taro tienen necesidades de P especialmente altas.
- * Favorece el crecimiento de las raíces, la fuerza del tallo, la resistencia a enfermedades y el vigor general de las plantas.

Las Deficiencias de K son Menos Comunes

- * Al contrario del P y N, las deficiencias de K son menos probables, pero no se debe asumir automáticamente que el K no es un poco deficiente en su área.
- * Los suelos de origen volcánico suelen tener contenidos especialmente altos de K.

Las Necesidades Relativas de K Para las Siembras

- * Las siembras con mucho azúcar o almidón tienen las necesidades más altas.
- * Los cereales y otros tipos de pasto tienen mayor capacidad que las plantas con hojas anchas para extraer K del suelo.

"Consumición de lujo" de K

Si se aplica mucho potasio, las plantas suelen absorber más de lo que necesitan. Algunos especialistas de suelos piensan que la "consumición de lujo" de K se agrava por la falta de otros nutrientes. Otros piensan que se sobredimensiona el problema. Sin embargo, los agricultores con recursos limitados probablemente no aplicaran suficiente K para promover la consumición de lujo.

Los problemas de sujeción de K no suelen ser graves

Aproximadamente 1-2% del K en el suelo se encuentra en una forma disponible a las plantas, pero aun ésta cantidad suele ser suficiente para satisfacer las necesidades de algunas siembras. La sujeción del K añadido no suele ser un problema. Algunos suelos con mucha arcilla del tipo 2:1 montmorillonito pueden sujetar temporalmente una parte del K añadido. (Los tipos de arcilla se explican en el Capítulo 2).

Las Pérdidas de K por Filtraciones Suelen ser Pequeñas

El K disponible es una catión (K^+) y por lo tanto, parcialmente resistente a filtraciones en la mayoría de los suelos. Sin embargo, el filtrado de K puede ser sustancial en los suelos arenosos (o en otros con baja C.I.C.) donde hay mucha lluvia. En tal caso, es mejor aplicar el K "a cucharadas" por medio de 2 o 3 aplicaciones de los fertilizantes químicos. Los suelos ácidos pierden mucho K por el filtrado.

Reciclaje de K

Al contrario de N y P, que se acumulan principalmente en las semillas o granos, aproximadamente 2/3 del K que absorben las plantas quedan en sus hojas y tallos. Así, devolver los residuos de siembras al suelo es un buen método para reciclar el K.

El Equilibrio de Potasio/Magnesio: Aplicaciones grandes de K pueden provocar deficiencias de magnesio en algunas siembras. Por ejemplo, tener demasiado K en los pastos de forraje ha causado faltas de Mg en ambos, el forraje y el ganado que lo come.

LOS MICRONUTRIENTES SECUNDARIOS (Ca, Mg, S)

CALCIO

- * El calcio no solamente es un nutriente importante, sino que también se usa para reducir la acidez.
- * Aun los suelos muy ácidos suelen contener suficiente K para satisfacer las necesidades de las plantas, aunque el PH del suelo pueden ser demasiado bajo para el buen crecimiento de las plantas. El maní tiene muy altas necesidades de Ca y muchas veces necesitan aplicaciones de yeso.
- * El calcio disponible tiene una carga negativa y por tanto tiene alguna resistencia a la filtración.

MAGNESIO

- * Las deficiencias de magnesio son más frecuentes en los suelos arenosos ácidos (usualmente con PH de menos de 5,5).
- * Como el calcio, el Mg es un catión (Mg^{++}) que es también bastante resistente a la filtración, comparado con el nitrato (NO_3^-).

La proporción de calcio / magnesio: Las deficiencias de Mg pueden ser causadas por una proporción demasiado alta de Ca/Mg, aún, cuando el suelo contiene suficiente Mg. Este problema es más frecuente en suelos arenosos (o con baja C.I.C.) donde se cambia fácilmente el equilibrio de los nutrientes. Al añadir cal, es prudente usar dolomia (que contiene una mezcla de Ca y Mg).

Deficiencia de Mg inducida por el Potasio: Referirse a la sección anterior acerca de K.

AZUFRE

- * El azufre se usa en la síntesis de proteínas y por la bacteria rhizobia que fija N. También forma parte de varias vitamintas y se usa en la formación de aceite (grasa).
- * Las plantas de la familia crucífera (Familia Brassica, por ejemplo, repollo, brócoli, nabo, etc.), cebolla y espárrago tienen necesidades especialmente altas de S, seguidas por tabaco, algodón y legumbres.
- * Las deficiencias de S no son comunes, pero son más probables en suelos con mucha filtración (suelos arenosos con baja C.I.C. y elevadas precipitaciones).
- * Los suelos volcánicos suelen contener poco S, pero las tierras de cultivo cerca de áreas industrializadas suelen recibir más que suficiente S del aire.
- * Los tipos de fertilizantes químicos de "análisis alto" contienen poco azufre y pueden causar deficiencias si se usan por muchos años como la única fuente de fertilizante.

Pérdidas de azufre por lixiviación

La forma disponible de azufre es el ion de sulfato (SO_4^{--}) que se halla ya filtrado, especialmente en suelos arenosos bajo intensa precipitación pluvial. Una buena parte del azufre del suelo se encuentra en la forma orgánica no disponible que la bacteria convierten en azufre disponible. El azufre orgánico constituye un reservorio importante de este nutriente, puesto que no se filtra en esta forma. Como el caso de N y P el Azufre puede estar sujeto en forma temporaria cuando grandes cantidades de residuos de siembra de nitrógeno bajo (por ejemplo, aquellos procedentes de plantas no legumbres) son arados por debajo de la superficie del suelo, debido a que la bacteria de descomposición necesita también azufre.

Retención del Azufre: Cantidades apreciables de azufre disponible pueden ser retenidas en contra de filtraciones en subsuelos de cal tropical elevada. Las raíces de plantas pueden utilizar esta fuente.

LOS MICRONUTRIENTES

(Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Boro y Molibdeno)

- * Los micronutrientes realizan muchas funciones importantes, pero se necesitan en cantidades muy pequeñas.
- * La diferencia entre los niveles deficientes y tóxicos es frecuentemente muy poca. Tan poca como 75 gramos de Mo por hectarea puede curar una deficiencia por muchos años, pero 3-4 kilos por hectarea pueden dañar gravemente a las plantas. El boro también puede ser peligroso.

Dónde Sospechar Deficiencias de Micronutrientes

Aunque menos comunes que las de los macronutrientes, las deficiencias de micronutrientes pueden ser tan graves cuando ocurren y son favorecidas por:

- * Los suelos arenosos, ácidos y fuertemente filtrados.
- * Los suelos de tipo orgánico (turberas o suelos que contienen por lo menos 20 por ciento de humus por peso). Las deficiencias de cobre son especialmente frecuentes en este tipo de suelos.
- * Los suelos que tienen PH más altos que 6,8-7,0, excepto en el caso de Mo, que no está menos disponible al aumentar el PH.
- * Los suelos intensamente cultivados y fertilizados con solamente los macronutrientes.

Siembras susceptibles: Las verduras, legumbres y árboles son más susceptibles a las deficiencias de micronutrientes que los cereales y pastos de forraje. Sin embargo, el sorgo es muy susceptible a deficiencias de hierro y el maíz es muy susceptible a deficiencias de zinc. La tabla 10-5 en el capítulo 10 da una lista de deficiencias de micronutrientes.

Toxicidad de los micronutrientes

El hierro y el magnesio pueden ser tóxicos a las plantas en suelos muy ácidos (con PH menos de 5,0-5,5), en los cuales son demasiado solubles. El desagüe malo también puede provocar este problema. El boro y el molibdeno puede ser tóxicos si se aplican demasiado.

Como Corregir Deficiencias o Toxicidades

- * Ajustando el PH: Las deficiencias de molibdeno con frecuencia se pueden corregir eficazmente a través del aumento del PH de los suelos demasiado ácidos. Aumentar el PH también es eficaz para aliviar las toxicidades del hierro y manganeso (y también las de aluminio). También mejorando el desagüe del suelo se puede ayudar.
- * Aplicaciones de micronutrientes al suelo: La eficacia de tales aplicaciones varía mucho. El hierro y manganeso se sujetan muy fácilmente cuando se aplican a suelos que tienen deficiencias de los mismos. Formas especiales de estos micronutrientes que son menos susceptibles a retenciones del suelo, se venden en algunos lugares. (Vea el Capítulo 9).
- * Aplicaciones al follaje: Puesto que se necesitan cantidades tan pequeñas de los micronutrientes, es factible rociar el follaje de las plantas con una solución muy débil de micronutrientes. También con este método se evitan los problemas de retención del suelo. Varias aplicaciones se pueden necesitar. En algunos casos, los fungicidas foliáceos como el maneb (que contiene manganeso), zineb (que contiene zinc) y cupravit (que contiene cobre) se usan para administrar los micronutrientes que son deficientes en las siembras de verduras y de árboles, al mismo tiempo que se controlan las enfermedades causados por hongos que crecen sobre el follaje.

Proporciones para aplicar micronutrientes Vea el Capítulo 9.

CAPITULO 7

EVALUANDO LA FERTILIDAD DE UN SUELO

Decidir cuánto y qué tipo de fertilizante necesita un agricultor para su siembra es un proceso de dos etapas:

1. La fertilidad que en el momento tiene el suelo se debe evaluar idealmente por medio de una prueba del suelo.
2. Cuando se sabe el estado real de la fertilidad del suelo, se puede determinar el tipo y cantidad más apropiado de fertilizantes para aplicar, tomando en cuenta los siguientes factores:
 - * Tipo de siembra
 - * Meta razonable de rendición determinada por:
 - ** Los factores que limitan el rendimiento, como la humedad disponible, características del suelo, clima, pestes y enfermedades.
 - ** El nivel de manejo del agricultor.
 - ** Los fondos disponibles para los agricultores para la realización de aplicaciones necesarias.
 - * Costo / rédito esperado basado en la rendición más probable y su valor en el mercado (que es más difícil predecir respecto a verduras que a las siembras del campo).

En este capítulo, enfocaremos la primera etapa y trataremos los métodos siguientes para evaluar la fertilidad del suelo:

- * Pruebas del suelo
- * Pruebas de tejidos de plantas
- * Ensayo. Experimentos con fertilizantes
- * Notando, localizando las "señales de hambre" visibles

PRUEBAS DEL SUELO

Las pruebas del suelo realizadas por un laboratorio fidedigno son el método más exacto y conveniente para evaluar su fertilidad. La mayoría de los laboratorios también dará sugerencias para aplicar fertilizantes. Tales sugerencias suelen ser sin costo o muy baratas. Sin embargo, suelen ser poco utilizadas por agricultores y trabajadores de desarrollo.

Algunos Factores que Influyen en la Utilidad de Pruebas del Suelo

- * Métodos inadecuados para tomar muestras son usados comúnmente por agricultores y trabajadores de extensión, que producen resultados inexactos.
- * La prueba para nitrógeno disponible del suelo (en la forma de nitrato) no es muy exacta. Esto es porque el N disponible del suelo cambia, puesto que depende mucho del tipo y cantidad de residuos de siembras presentes en el suelo y de la rapidez con que se descompone por la bacteria para librar nitrato N (esta velocidad varía mucho con las diferencias de temperatura y humedad). Si la muestra queda en el laboratorio una o dos semanas antes de probarse, una indicación falsamente alta de nitrato es probable.
- * La mayoría de los laboratorios no hacen pruebas rutinarias para azufre ni para micronutrientes. De cualquier forma, algunas de estas pruebas no son muy exactas.
- * La confiabilidad de los laboratorios varía, no solamente en términos de precisión para evaluar la fertilidad del suelo, sino también en las sugerencias resultantes para aplicar los fertilizantes. A continuación más información sobre esto:

Los Laboratorios de Suelos no Siempre son Confiables

Cuando diferentes laboratorios de suelos analizan el mismo suelo pueden existir diferencias grandes en la evaluación de su fertilidad y en las sugerencias para el uso de fertilizantes. Verdaderamente, algunas investigaciones recientes de laboratorios públicos y privados (comerciales) de los EE.UU. han mostrado diferencias asombrosas en algunos casos. Por ejemplo, en una investigación realizada por el Rodale Research Institute (de Emmaus, Pennsylvania) se envió a 4 laboratorios, muestras idénticas de un suelo para que sugiera fertilizantes para lechuga. Sus sugerencias variaban así: N:65, 130, 130 y 120 Kg/ha; P₂O₅: 0, 0, 90 y 220 Kg/ha; K₂O: 0, 0, 35, 220 Kg/ha. El precio del fertilizante sugeridos variaba desde 75 hasta 235 dólares/ha. En otra investigación, a 5 laboratorio se les pidió analizar 4 muestras idénticas de 4 terrenos. El precio total del fertilizante sugerido por ellos variaba desde el más bajo de 168 dólares hasta el más alto de 320 dólares.

Cómo Encontrar un Laboratorio Confiable

A pesar de tales diferencias, probar el suelo todavía es muy útil si se puede encontrar un laboratorio confiable. El Ministerio de Agricultura, las escuelas agrícolas, estaciones experimentales agrícolas, o empresas de agro-químicos pueden mantener laboratorios en su país.

Se puede preguntar a técnicos y agricultores qué opinan de los laboratorios y también realizar investigaciones adicionales. A continuación, algunas indicaciones de confiabilidad:

- * Equipos adecuados y técnicos bien entrenados.
- * Suficientes pruebas en invernaderos/pruebas de terrenos con los suelos locales para correlacionar los resultados de pruebas con las reacciones verdaderas de siembras a diferentes niveles de fertilizantes. Los suelos varían en sus reacciones, de modo que los datos sobre tales correlaciones son esenciales.
- * Falta de prejuicio: Los laboratorios controlados por empresas de agro-químicos pueden tener más interés en vender fertilizantes que en la precisión de sus sugerencias, pero no siempre es así. En algunos casos, los laboratorios no consideran las circunstancias especiales de los agricultores con recursos limitados, pero basan sus sugerencias en las necesidades de los grandes; este mismo factor puede causar variaciones grandes en las recomendaciones hechas por laboratorios diferentes que hayan sometido a pruebas la misma muestra de suelo.

OBSERVACION: Aún si el laboratorio tiene prejuicios, el probar el suelo por lo menos dará información básica valiosa para adecuar la sugerencia a las circunstancias actuales de un determinado agricultor.

- * El laboratorio debe tomar en cuenta el uso de abono, estiércol o estiércol verde propuesto por el agricultor, puesto que así se pueden disminuir sustancialmente las necesidades de fertilizantes.
- * Información del agricultor: Los buenos laboratorios dan al agricultor un formulario detallado para completar con información sobre el tamaño del terreno, las siembras pasadas y futuras, rendimientos pasados, rendimientos esperados, aplicaciones pasadas de fertilizantes, uso de estiércol o de estiércol verde que se propone hacer, factores limitantes del suelo, etc.
- * Instrucciones para tomar muestras: Los laboratorios confiables suelen dar instrucciones escritas detalladas sobre cómo tomar y coleccionar las muestras del suelo.

Cómo Evaluar las Sugerencias para Fertilizantes de un Laboratorio Respecto a Fertilizantes

- * Compararlas con la Tabla 9-4 en el Capítulo 9.
- * Mandar una muestra idéntica a 2 o más laboratorios.
- * Comparar las recomendaciones del laboratorio usando más o menos fertilizantes que el sugerido en las hileras de pruebas.

- * Probar los tejidos de las plantas puede ser un suplemento útil para las pruebas del suelo, puesto que puede controlar los niveles de N, P y K en la misma planta. (La sección siguiente a la de pruebas de suelo trata del examen de los tejidos de las plantas).

¿Qué hay de Equipos Portátiles Para Probar el Suelo?

Se pueden comprar equipos portátiles para probar el suelo para medir sus niveles de N, P y K, pero no son suficientemente fidedignos por varias razones:

- * Raras veces son calibrados para las condiciones locales del suelo.
- * Sus reactivos se descomponen con el tiempo y pueden ser difíciles de reemplazar.
- * Las placas de colores para medir los resultados de pruebas, frecuentemente son de baja calidad y precisión en los equipos más baratos.

Se venden equipos portátiles para probar el PH y los de mejor calidad son precisos entre 0,1 - 0,3 unidades de PH. Ellos pueden ser útiles para allanar dificultades, pero sin embargo una prueba de laboratorio suele necesitarse para determinar la cantidad de cal necesaria para aumentar el PH de un suelo demasiado ácido. (En el Capítulo 11 se trata sobre el abono con cal).

¿Qué Información Util Proporciona un Laboratorio de Suelo?

- * La mayoría de los laboratorios hacen pruebas rutinarias de:
El PH del suelo
C.I.C. (carga negativa)
N, P, K, Ca y Mg disponibles
- * La mayoría de los laboratorios no suelen realizar pruebas para los micronutrientes ni el azufre.
- * El laboratorio recomendará fertilizantes de N, P y K en términos de kg/ha de N, P y K por hectarea o en términos de tipos y cantidades de fertilizantes necesarios. La recomendación se basa en la cantidad de nutrientes ya presentes en el suelo y también se debe tomar en cuenta los rendimientos esperados por el agricultor.
- * En áreas secas donde la acumulación de sal es un problema, el laboratorio probará el suelo y el agua de riego para su contenido de sal y hará recomendaciones; se suele cargar un precio adicional para este problema. (Los problemas con sales se explican en el Capítulo 12).

¿Con qué frecuencia se necesita probar el suelo?

Donde se usan cantidades pequeñas o moderadas de fertilizante, probar el suelo una vez cada 3-5 años es suficiente. Es así porque tales cantidades de fertilizantes alimentan la siembra misma en vez de aumentar la fertilidad residual del suelo.

¿Qué hay de Pruebas de Suelo y Fertilizantes Orgánicos?

Al contrario de los fertilizantes químicos, que vienen con etiquetas de análisis, los fertilizantes orgánicos no indican su contenido exacto de nutrientes como abono y estiércol, que es muy variable y difícil para juzgar. Siendo así, ¿vale la pena probar el suelo si se usan fertilizantes orgánicos?. Aún en este caso probar el suelo es una buena idea por varias razones:

- * Si el suelo es gravemente deficiente en un nutriente como P o un micronutriente, puede ser necesario usar un fertilizante químico para suplementar el fertilizante orgánico.
- * Saber el estado de la fertilidad del suelo permitirá determinar cuáles materias orgánicas pueden proporcionar mejor los nutrientes que se necesitan.
- * La prueba del laboratorio para el PH puede indicar que se necesita añadir cal. El laboratorio también determinará la cantidad de cal necesaria.

COMO TOMAR Y PREPARAR MUESTRAS DE SUELO

Cuándo Tomar Muestras

- * Por lo menos 2 meses antes de necesitar los resultados. Si los agricultores esperan hasta pocas semanas antes del tiempo de plantar, el laboratorio estará probablemente sobrecargado de trabajo y no podrá dar los resultados a tiempo.
- * Tomar las muestras puede ser más fácil durante la estación húmeda, cuando el suelo queda menos duro. En el caso de arrozales inundados, pregunte al laboratorio sobre el mejor tiempo para tomar muestras. (Cuando están inundados los suelos tienen propiedades químicas diferentes que cuando no están inundados).

Evitar Tomar Muestras Inadecuadas

Las muestras inadecuadas son una causa muy común de resultados inexactos de las pruebas del suelo. Cada muestra de 200-500 gramos de suelo que se manda al laboratorio puede representar hasta 15.000 toneladas métricas de suelo. Una indicación que un laboratorio es bueno es que proporciona envases para muestras conjuntamente con las instrucciones detalladas sobre cómo tomar las muestras.

Incluir a los Agricultores en el Proceso de Tomar Muestras

Evitar tomar las muestras por sí solo; en vez de eso, debe estar seguro en incluir al agricultor en el proceso. Después de todo, el trabajo de extensión agrícola debe tratar de capacitar a los agricultores en vez de formar dependencia. También, el conocimiento del agricultor es esencial para delinear mapas de la granja y obtener información acerca de su manejo pasado, historia de rendimientos, cultivos propuestos y rendimientos esperados.

El Proceso de Tomar Muestras

Los pasos siguientes dan una guía general para tomar muestras. También se debe consultar siempre las instrucciones del laboratorio.

PASO 1: DIBUJAR UN MAPA DE LA GRANJA, DIVIDIRLO EN UNIDADES DE MUESTRAS Y ENUMERARLAS.

¿Qué es una unidad de muestra?: Es un área de suelo que probablemente tiene fertilidad uniforme. Aun las granjas pequeñas suelen tener varias unidades de muestras.

Cómo distinguir unidades de muestras

Cada uno de los factores siguientes indica diferencias probables de la fertilidad del suelo:

- * Calor del suelo
- * Textura del suelo
- * Topografía (pendiente vs plano vs depresión)
- * Manejo pasado (uso de estiércol, fertilizante y cal; tipos de siembras cultivadas. Por ejemplo, la tierra nueva que quedaba en el forraje por años tendrá un estatus diferente de la fertilidad que tendría la tierra que se cultivaba continuamente).

Preparando un mapa de la granja

El mapa no es necesario para el laboratorio, pero se lo usa para delinear las diferentes unidades de muestras y sirve como un registro del área de donde proviene cada muestra. También es una útil herramienta de manejo para el agricultor. Si el agricultor está dispuesto, haga una copia adicional para usted será útil en el trabajo futuro de extensión con él. He aquí como se dibuja un mapa de una granja.

- * Empezar por dibujar los límites de la granja y la posición de los edificios, pozos y terrenos circundantes con sus dimensiones.
- * Indicar variaciones en la topografía, pendiente, color y textura del suelo y uso pasado de fertilizantes y cal.

- * Indicar las siembras pasadas, presentes y propuestas y sus ubicaciones.
- * Una vez determinada las unidades de muestras, dibujar sus límites y enumerarlas.



FIGURA 7-1: Mapa de una granja señalando las diferentes unidades de muestras.

PASO 2: DE CADA UNIDAD DE MUESTRA, TOMAR 10-20 SUB-MUESTRAS PARA COMBINAR EN UNA MUESTRA COMPUESTA REPRESENTANDO AQUELLA UNIDAD.

Es importante reconocer que cada muestra que se manda al laboratorio es verdaderamente un compuesto de 10-20 sub-muestras tomadas al azar de esa unidad de muestras.

Direcciones para extraer Sub-muestras

- * **Herramientas:** Una pala, machete o cuchillo (para recortar las muestras) y un balde o bolsa gruesa (para meter y mezclar las sub-muestras). A veces la oficina local de extensión agrícola, presta tubos especiales para tomar muestras, pero no son esenciales.
- * **Profundidad de las muestras:** La mayoría de los laboratorios piden muestras de los 15-20 cm superiores del suelo, la profundidad normal del suelo superior. Algunos también piden muestras separadas del subsuelo. Si el terreno está gravemente erosionado, la muestra normal también incluirá una parte de subsuelo, pero eso está bien.
- * **Método de extracción:** Con una pala, se pueden usar varios métodos diferentes. Lo importante es terminar con una tajada uniforme del suelo, desde la superficie hasta 15-20 cm de profundidad. Un método bueno es cavar un hoyo con lados de aproximadamente 45

grados hasta la profundidad deseada. Luego, usar la pala para recortar una tajada de 3-4 cm de espesor y 15-20 cm de profundidad. Si una segunda persona sostiene la cara de la tajada con una mano, no se descomponerá. Limpiar la superficie de piedras, tallos, etc antes de tomar la muestra.

- * Usar un patrón casual: Un patrón zig-zag está bien, pero se debe evitar tomar muestras al lado de las cercas, en bandas de fertilizantes, abajo del estiércol, o en zonas de transición entre las diferentes unidades de muestras.
- * Tamaño uniforme: Cada submuestra debe ser de igual tamaño. Usar un cuchillo o machete para recortar cada muestra de un ancho y profundidad uniforme (vea Figura 7-2).
- * Si se va a efectuar una prueba para zinc no se debe poner las sub-muestras en un balde galvanizado.

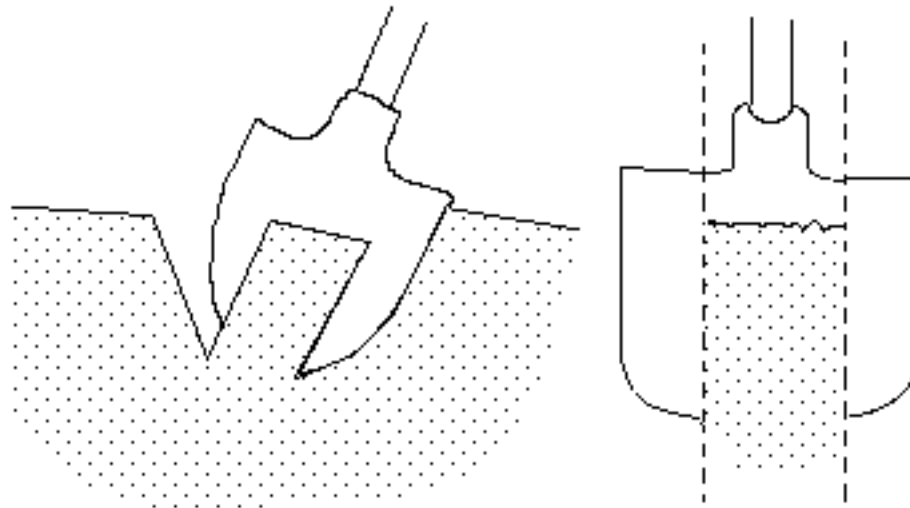


FIGURA 7-2: (IZQUIERDA) EXTRAYENDO CON PALA UNA SUB-MUESTRA (DERECHA) SUB-MUESTRA DESPUES DE RECORTADA CON UN MACHETE.

PASO 3: MEZCLAR COMPLETAMENTE LAS SUB-MUESTRAS, QUITAR LA CANTIDAD QUE NECESITA EL LABORATORIO Y PONERLA EN UN CAJON O BOLSA APROPIADA.

- * Nunca mezclar o juntar las sub-muestras de diferentes unidades de muestras.
- * Secado: El suelo puede ser un poco húmedo. Si está muy húmedo, se lo puede secar al sol. No lo debe secar en un hormo, puesto que el calor cambiaría el potasio del suelo, causando lecturas falsamente altas del contenido.

- * Asegurar numerar cada muestra compuesta a fin de que corresponda con la unidad de muestra de la que proviene.

PASO 4: AYUDAR AL AGRICULTOR A COMPLETAR LA ENCUESTA DEL LABORATORIO.

Otra señal de un buen laboratorio de suelos es que éste proporciona una encuesta detallada sobre la situación del agricultor. Una meta de la encuesta es proporcionar información adicional sobre el suelo que no indican las muestras (por ejemplo, la profundidad total de suelo). También debe tratar de evaluar el nivel de manejo del agricultor y los probables factores limitantes que influyen en el rendimiento potencial de la siembra. Los datos pedidos deben incluir la mayoría de los siguientes datos:

- * Tamaño de la granja
- * Profundidad del suelo
- * Pendiente del suelo
- * Desagüe del suelo
- * Aplicaciones anteriores de fertilizantes y cal
- * Siembras pasadas
- * Rendimientos anteriores
- * Siembra propuesta
- * Uso propuesto de abono, estiércol, o siembras de estiércol verde
- * Meta de rendimiento
- * Fondos disponibles para comprar fertilizantes
- * Factores limitantes como insectos, enfermedades, nematodos, etc.

Un laboratorio que pide poca información no suele adecuar tanto sus recomendaciones de fertilizantes a las circunstancias variables de los agricultores.

Obteniendo la información: Dependiente del cultivo y del agricultor, puede existir vacilación en proporcionar algunos de los datos mencionados arriba, especialmente acerca de rendiciones pasadas y fondos disponibles. Mucho puede depender de la familiaridad, confianza y credibilidad que usted ha establecido con el agricultor. Es importante explicar el propósito al que servirá la información, pero sin ser demasiado exigente en su obtención.

PASO 5: MANDAR LAS MUESTRAS COMPUESTAS AL LABORATORIO.

Dependiente de la situación, las muestras se pueden mandar por correo, llevar a la oficina local de extensión agrícola, o llevar personalmente al laboratorio. Visitar el laboratorio es una experiencia valiosa; da una mejor idea de lo que se hace allí y el personal suele proporcionar información muy útil acerca de los suelos del área y el uso de fertilizantes.

PASO 6: ASEGURAR QUE LOS RESULTADOS SE DEN EN UNA FORMA
COMPREENSIBLE PARA EL AGRICULTOR.

La forma en que se dan los resultados de pruebas del suelo y las recomendaciones de fertilizantes varían mucho con el laboratorio y con el papel que juega el servicio de extensión. Frecuentemente, los resultados contienen 2 partes: la primera, siendo el análisis de la fertilidad del suelo y la segunda, la real recomendación de fertilizantes. Aun si el agricultor o un miembro de su familia puede leer, el informe de sugerencias puede ser demasiado complejo. En algunos casos, el laboratorio manda por correo los resultados a la oficina local de extensión, donde los ponen en una forma mas fácilmente comprensible.

PRUEBAS DEL TEJIDO DE LAS PLANTAS

Se puede probar el tejido de las hojas y tallos de una siembra que está creciendo para los niveles de N, P y K en su sabia. Esta prueba se puede realizar en el campo con equipos portátiles o en el laboratorio. (Los laboratorios también pueden medir los niveles de micronutrientes). Los usos y limitaciones de las pruebas de tejidos de plantas son:

- * Sirven mejor como suplementos a las pruebas del suelo y pueden sr difíciles de interpretar por los no profesionales.
- * A veces los niveles de nutrientes en la sabia de las plantas no corresponden bien a los niveles en el suelo. Extremos de tiempo, compactación del suelo, desagüe deficiente, insectos y enfermedades pueden influir en la absorción de nutrientes por las plantas. Deficiencia de N, por ejemplo, pueden impedir el tamaño de las plantas y obligar al P y K a "apilarse" en la sabia, causando indicaciones falsamente altas de ellos.
- * Las pruebas suelen estar calibradas a rendimientos más altos que los que los agricultores deben esperar. Cantidades pequeñas o moderadas de fertilizantes, en vez de cantidades altas, suelen dar mejores ganancias económicas (vea Capítulo 9), pero las pruebas de tejidos pueden indicar una deficiencia con tales cantidades de fertilizantes.
- * Una ventaja de prueba de tejidos es que pueden indicar una deficiencia en una siembra que está creciendo mientras que todavía queda suficiente tiempo para corregir el problema.

Los equipos portátiles para probar tejidos suelen costar desde 25 hasta 75 dólares, pero algunos de sus reagentes químicos tienen que reemplazarse anualmente. Probablemente es mejor dejar a los agrónomos entrenados la prueba de tejido.

PRUEBAS DE FERTILIZANTES

Las pruebas de fertilizantes bien realizadas pueden ser muy beneficiosas.
Existen 3 tipos:

- * Pruebas por franjas o hileras
- * Experimentos del terreno (de la granja)
- * Pruebas en el terreno (ensayos en el terreno, resultado de pruebas)

Pruebas por Franjas o Hileras

Poner franjas de prueba a través de un terreno es un método rápido y sencillo para probar la reacción de una siembra a diferentes cantidades de fertilizantes y combinaciones de nutrientes. Las franjas de prueba tienen menos significación estadística que las pruebas formales, pero permiten a los agricultores realizar investigaciones en su propia granja, que pueden ser muy útiles. La prueba de significancia estadística de un investigador suele tener una probabilidad del 95-99 por ciento de que los resultados sean debidos al tratamiento en vez de al azar. Los agricultores (y también mucha otra gente) probablemente serían mucho menos exigentes, y probarían una nueva práctica aun si tuviera tan poco como el 75 por ciento de probabilidad de tener una respuesta.

Para reducir la influencia de las variaciones del suelo, cada tipo de tratamiento se debe probar en varias franjas de 2 o 3 hileras colocadas en diferentes partes del terreno. El suelo todavía debe ser uniforme en términos de manejo pasado y factores visibles. No se deben usar los resultados de solamente una estación, puesto que el tiempo y las plagas pueden influir en los rendimientos.

Dosis de Fertilizantes Para Pruebas por Franjas: Se debe consultar a la oficina local de extensión agrícola y el Capítulo 9 de este manual.

Experimentos de campo (Experimentos de la granja)

Se diseñan para ser válidos estadísticamente y requieren mucho más trabajo y cuidado para empezar y manejar. Se diseñan para determinar el tipo y cantidad más provechoso de un fertilizante requerido por un suelo y siembra específicos. Suponga que quiere probar 3 diferentes cantidades de fertilizante. No es suficiente usar solamente un área de control y 3 de fertilizantes. Cada uno de estos 4 "tratamientos" tienen que repetirse 3 o 4 veces y colocados al azar dentro de un área al azar. Cada una de las 12-16 áreas es de solamente algunas hileras de ancho y varios metros de largo. El tamaño de las áreas, población de plantas y cantidad de fertilizantes tienen que controlarse con mucho cuidado así como también las diferencias finales de rendimiento. Es buena idea repetir la prueba por 2-3 años a fin de tomar en cuenta las variaciones del tiempo.

Los experimentos formales requieren mucho tiempo, conocimiento, atención a los detalles y disciplina científica. No son algo que se debe hacer solo. Sin embargo, usted puede hacer un papel muy útil en un programa continuado y bien realizado para probar y demostrar los fertilizantes.

Pruebas en el Terreno (del terreno, de los resultados)

Este tipo de pruebas investiga el mejor tipo y cantidad de un fertilizante, determinado en los experimentos del campo anteriormente, pero bajo las condiciones verdaderas de la agricultura. Hay normalmente sólo 2 áreas: el "control" (las prácticas tradicionales) y el "tratamiento" (con las prácticas mejoradas). En vez de depender de la casualidad y repetición de áreas en cada granja, la prueba de campo logra su validez estadística a través de su realización en varias granjas con condiciones relativamente similares. En la mayoría de los casos, los fertilizantes son solamente una de las varias prácticas mejoradas en el área de tratamiento. Las áreas deben ser suficientemente grandes como para realizar prácticas reales de agricultura. Para que la prueba sea válida, los agricultores y sus mismos empleados deben realizar el tratamiento con algunas instrucciones iniciales y supervisión por el extensionista.

Experimentos/pruebas vs demostraciones

Los experimentos y pruebas mencionados arriba tratan de desarrollar buenas recomendaciones de fertilizantes para las condiciones locales que serán las más practicables y provechosas para los agricultores. No sucumba a la tentación de usar tales pruebas como demostraciones. Después de todo, una demostración se diseña para proporcionar a los agricultores la "evidencia viva" de los beneficios de una nueva práctica (o paquete de prácticas) cuyo valor ya ha probado bajo las condiciones locales verdaderas. Este síndrome de promover sin una adecuada prueba anterior ha costado a muchos extensionistas una pérdida irreparable de credibilidad. La prueba es siempre la primera etapa, la promoción viene después.

NOTA: Para más información sobre experimentos, pruebas y demostraciones, referirse al manual de PC/ICE, Traditional Field Crops (M-13).

USANDO "SEÑALES DE HAMBRE" VISIBLES

La diferencia grave de nutrientes frecuentemente produce cambios notables en el aspecto de las plantas, especialmente en su color. Notar estas "señales de hambre" puede ser útil para diagnosticar necesidades de fertilizantes, pero tome en cuenta estas desventajas:

- * Algunas señales de hambre se confunden fácilmente entre sí o con otros problemas como insectos, enfermedades y nematodos. Aún los técnicos agrícolas entrenados pueden ser incapaces de diagnosticarlos definitivamente sin pruebas de laboratorio.

- * Cuando más de un nutriente es deficiente, las señales de hambre pueden ser demasiado ambiguas para diagnosticar exactamente.
- * "Hambre escondida" Las señales de hambre no suelen manifestarse si la deficiencia no es lo bastante grave como para reducir los rendimientos en un 30-60 por ciento.
- * Puede ser demasiado tarde para corregir deficiencias cuando aparecen las señales de hambre.

Diagnosticar señales de hambre probablemente será más útil en áreas donde solamente uno o dos nutrientes son comúnmente deficientes y con una siembra que mostrará síntomas especialmente claros. Por ejemplo, el maíz que tiene las señales más fácilmente reconocibles de hambre de zinc de cualquiera de las siembras. La deficiencia de nitrógeno es relativamente fácil de notar, aunque varios otros factores pueden causar síntomas semejantes.

Cómo Notar Señales de Hambre: Las señales de hambre de siembras comunes se describen en el apéndice E. Referirse también al apéndice H para referencias útiles con ilustraciones en colores.

CAPITULO 8

USANDO FERTILIZANTES ORGANICOS Y CONDICIONADORES DEL SUELO

¿QUE SON LOS FERTILIZANTES ORGANICOS?

El término "orgánico" puede significar varias cosas, pero en el caso de fertilizantes se refiere a fuentes de nutrientes de plantas que ocurren naturalmente, por ejemplo:

- * Los productos finales de plantas y animales como abono, estiércol, huesos molidos y siembras de estiércol verde. (Estos fertilizantes se explican en seguida).
- * Los minerales como la piedra fosfata que se extraen de la tierra y se usan sin ningún tratamiento químico.

Al contrario de los orgánicos, los fertilizantes químicos se derivan de un proceso químico de síntesis. Algunos ejemplos son la urea (que se hace combinando dióxido de carbono con amoníaco), y el superfosfato simple (hecho de piedras fosfata y ácido sulfúrico). La diferencia entre los fertilizantes químicos y orgánicos puede confundirse, puesto que el término "orgánico" técnicamente significa cualquier compuesto que contiene carbono. La urea contiene carbono, pero se clasifica como fertilizante químico, también, la piedra fosfata no contenga carbono pero se clasifica como fertilizante orgánico. Esto es porque la definición más común de "orgánico" es "lo que ocurre naturalmente".

FERTILIZANTES ORGANICOS VS QUIMICOS: ¿CUALES SON MEJORES?

No existe una sola respuesta correcta a esta pregunta. Ambos, los fertilizantes orgánicos y los químicos tienen sus usos apropiados en la agricultura en pequeña escala, en el Tercer Mundo. Ambos tipos tienen sus ventajas y desventajas. También se pueden usar juntos. Lo mejor para una situación específica depende de muchos factores como las circunstancias del agricultor, tipo de siembra, área y la disponibilidad y precio de los fertilizantes orgánicos y químicos. Primero, vamos a revisar las ventajas y desventajas de cada tipo:

Posibles Ventajas de los Fertilizante Orgánicos

Los fertilizantes orgánicos como el abono y el estiércol suelen ser gratuitos o muy baratos para la mayoría de los agricultores.

- * Se necesita relativamente poco adiestramiento para usar correctamente los fertilizantes orgánicos.

- * Los fertilizantes orgánicos derivados de plantas o animales, como el estiércol o el abono, suelen contener cantidades buenas de los micronutrientes en adición a los macronutrientes N, P y K.
- * Los orgánicos derivados de plantas o animales, como el estiércol, no solamente proporcionan nutrientes a las plantas, sino también materia orgánica que mejora la condición física del suelo, anima el desarrollo de microbios beneficiosos en el suelo y proveen todos los beneficios explicados en el Capítulo 2.
- * Mucho del nitrógeno y fósforo en los fertilizantes orgánicos queda en sus formas orgánicas de liberación lenta. Esto es beneficioso con el nitrógeno, pues es fitrable cuando se lo administra en los fertilizantes químicos. Sin embargo, comparado con el estiércol bien podrido, el nuevo contiene mucho de su N en su forma inorgánica (mineral) que se libera rápidamente.
- * El fósforo de los fertilizantes orgánicos es menos susceptible a ser retenido por el suelo que es el P de los fertilizantes orgánicos, quedando más disponible a las plantas.

Posibles Desventajas de los Fertilizantes Orgánicos

- * La mayoría de los fertilizantes orgánicos derivados de plantas, como el abono, son fertilizantes débiles; esto significa que se necesita aplicar cantidades muy grandes (por ejemplo, 3-8 Kg por metro cuadrado, o 30.000-80.000 kg/ha) para proporcionar bastante nutrientes para el buen crecimiento y para añadir bastante humus para mejorar la condición física del suelo. La mayoría de los agricultores pequeños probablemente no tienen suficiente fertilizante orgánico para tratar adecuadamente toda su tierra agrícola.

NOTA: Algunos de los fertilizantes orgánicos derivados de animales, como la sangre y el pezcado molido, casi contienen el mismo contenido nutritivo que tienen algunos fertilizantes químicos, pero suelen ser demasiado caros para ser obtenibles localmente.

- * El contenido nutritivo exacto de la mayoría de los fertilizantes orgánicos, como el abono o el estiércol, varía mucho.
- * Se necesita mucho trabajo para aplicar la mayoría de los fertilizantes orgánicos o para hacer abono, debido a la cantidad grande requerida.

Posibles Ventajas de Fertilizantes Químicos

- * Ellos son fuentes de nutrientes de análisis elevado. Por ejemplo, 50 kg de fertilizante químico 10-5-10 contiene aproximadamente la misma cantidad de N, P y K que contienen

1000 Kg de estiércol típico. Esto significa que se necesita mucho menos trabajo para aplicar la misma cantidad de nutrientes.

- * Al contrario de la mayoría de los fertilizantes orgánicos, el contenido nutritivo de los fertilizantes químicos se pueden verificar por su etiqueta. Si el agricultor manda a probar su suelo, usualmente puede comprar los fertilizantes químicos que proveerán lo que falta.

Posibles Desventajas de los Fertilizantes Químicos

- * Aunque los fertilizantes químicos son muy económicos al aplicarse correctamente juntamente con el buen manejo general, también son más caros. Como una aproximación, un agricultor que usa solamente fertilizantes químicos tendría que gastar aproximadamente 75-125 dólares (EE.UU.) por hectárea por siembra (basado en los precios no subsidiados). Tratar de usar solamente los fertilizantes químicos no es factible para la mayoría de los agricultores con recursos limitados, mucho de quienes no tienen acceso o un crédito agrícola razonable.
- * La mayoría de los países del Tercer Mundo tienen que importar los fertilizantes químicos, que drenan su balanza de pagos. Aun si producen sus propios fertilizantes, las fábricas son considerablemente dependientes de las materias extrañas.
- * Comparado con los fertilizantes orgánicos, la aplicación de los fertilizantes químicos requiere mucho más adiestramiento para calcular la dosis, tiempo, colocación y método de aplicación. Muchos agricultores no los usan eficazmente.

Algunos Otros Puntos

- * Efectos Sobre el Valor Nutritivo: La mayoría de los investigadores dicen que al cultivar verduras en suelos poco fértiles y con cantidades insuficientes de fertilizantes, su contenido de vitaminas será extraordinariamente bajo, especialmente en términos de la vitamina C y carotina (la última se convierte en vitamina A en el cuerpo). La mayoría de los institutos de investigación, incluyendo el National Cancer Institute (EE.UU.) cree que la vitamina C y la carotina ayudan a evitar varios tipos de cáncer. La Vitamina A prefabricada (retinol) se encuentra solamente en productos animales como el hígado, pero no ha mostrado ser un anti-carcinógeno tan eficaz como la carotina, que se encuentra en las frutas y verduras verdes oscuro, vegetales amarillos y frutas). Ambos, los fertilizantes químicos y orgánicos pueden mejorar el contenido general de vitaminas (especialmente de vitamina C y carotina) al aplicarse a las verduras (especialmente a aquellas con hojas verdes como pak choy y amaranto) que se cultivan en suelos de baja fertilidad.

Hasta recientemente, la mayoría de los estudios no mostraban ninguna diferencia nutritiva entre las siembras tratadas con fertilizantes orgánicos y químicos. Sin embargo, investigaciones nuevas (con técnicas más precisas de análisis) han mostrado que aplicar demasiado (en vez de cantidades normales) de fertilizante químico N puede reducir notablemente la cantidad de vitamina C en verduras de hojas como la lechuga y el repollo

chino. Las aplicaciones grandes de abono y estiércol bien podrido no tienen este efecto puesto que ellos liberan lentamente su N; sin embargo, aplicaciones excesivas de estiércol nuevo suelen tener efectos similares a aquellas de fertilizantes químicos. (Esta investigación se resume en la publicación especial número 46 de la American Soc. of Agronomy: Organic Farming).

Los investigadores han sabido por muchos años que las cantidades excesivas de N en forma de fertilizantes químicos o de estiércol nuevo pueden resultar en niveles excesivos de nitratos en las hojas de verduras como la espinaca. En las plantas, los nitratos se convierten en nitritos, que son tóxicos en sí mismos, pero que también pueden convertirse aun más en nitrosaminos que están fuertemente relacionados con el cáncer del estómago. El abono y estiércol bien podrido liberan su N en forma suficientemente lenta como para evitar tales problemas.

- * ¿Los Fertilizante Químicos "Envenenan" el Suelo?: Los defensores de los fertilizantes orgánicos suelen decir que los fertilizantes químicos destruyen la vida beneficiosa del suelo y así destruyen su buena condición física, eventualmente arruinando su productividad. Sin embargo, investigaciones a largo plazo no han apoyado esta idea. El hecho es que el empeoramiento del suelo (además de por erosión) está conectado directamente con la pérdida de su humus, lo que ocurre cuando los suelos son cultivados en forma continuada y no se les proporciona grandes y regulares aplicaciones de materia orgánica. Los fertilizantes químicos en sí no aceleran la pérdida de humus, al contrario, pueden retardarla, puesto que los rendimientos más altos producen más residuos de siembras que se pueden devolver al suelo. Por otro lado, usar los fertilizantes orgánicos en cantidades suficientes puede asegurar automáticamente el mantenimiento y posible aumento de los niveles del humus en el suelo.

El sobre-uso de los fertilizantes químicos nitrógenos se ha relacionado a la contaminación por nitratos de ríos, lagos y pozos por el filtrado y desagüe del N excesivo. Sin embargo, el estiércol nuevo también puede liberar cantidades grandes de N y causar problemas semejantes al aplicar o almacenar cantidades grandes.

Igualmente, el desagüe de fósforo de la tierra agrícola puede animar el crecimiento excesivo de algas en lagos y otros depósitos de agua, causando así la deficiencia de oxígeno y la muerte de peces. Sin embargo, ambos, los fertilizantes químicos y el estiércol pueden producir el desagüe de P, especialmente al aplicarse a tierras empinadas sin mezclarse completamente con el suelo.

- * El costo de Energía para Fertilizates Químicos: Casi todo el nitrógeno en los fertilizantes químicos se deriva del gas amoníaco que se fabrica combinando hidrógeno (fabricado a través de la quema del gas natural) con gas de nitrógeno sacado del aire. Cuando los críticos de fertilizantes químicos dicen que son demasiado dependientes del petróleo para su fabricación, están refiriéndose a este proceso. Pero, asombrosamente, solo 3 por ciento aproximadamente del gas natural en los EE.UU. se usa para fabricar N fertilizante. Un estudio mostró que si se convierte a N para fertilizantes la cantidad de gas natural usado

para calentar una casa normal de Medio-Oeste, se produciría bastante maíz adicional para alimentar a 275 personas durante un año.

Sin embargo, como veremos, hay mucho que se puede hacer acerca de las prácticas defectuosas de aplicación y el manejo inadecuado que malgastan una buena porción del fertilizante químico usado en todo el mundo.

AYUDANDO A AGRICULTORES A DECIDIR ENTRE EL USO DE LOS FERTILIZANTES ORGNANICOS O QUIMICOS

Ahora que hemos explicado las ventajas y desventajas de los fertilizantes químicos y orgánicos, he aquí los factores principales que deben gobernar la elección del agricultor entre los dos:

- * Dado su precio bajo, sencillez de aplicación y beneficios múltiples para el suelo, el uso de los fertilizantes orgánicos se debe promover fuertemente, especialmente para los agricultores con recursos limitados. Sin embargo, los fertilizantes químicos pueden ser la única alternativa actualmente factible cuando los fertilizantes orgánicos son escasos, con bajo valor nutritivo, (por ejemplo, el estiércol almacenado inadecuadamente), o donde no hay obreros suficiente para manejarlos y aplicarlos. Dado el estado actual de apropiadas tecnología agrícolas, existen muchas áreas del Tercer Mundo donde todavía no es posible confiar totalmente en los fertilizantes orgánicos para el tratamiento de todas las siembras.
- * Tamaño del terreno y tipo de siembra: Lo mismo que los fertilizantes químicos los fertilizantes orgánicos son beneficiosos a todas las siembras si son correctamente. Sin embargo, puesto que muchos agricultores de pequeña escala probablemente no tienen bastante fertilizantes orgánicos para tratar toda su tierra agrícola, suele ser mejor que usen los que tienen en sus terrenos más pequeños, que usualmente se usan para cultivar verduras. Esto les permitirá aplicar bastante fertilizante para proporcionar cantidades beneficiosas de nutrientes y materia orgánica. Si se encuentra disponible en cantidades suficientes, también se puede aplicar el fertilizante orgánico a los terrenos más grandes, que suelen ser típicamente dedicados a cereales y pulsos de consumo (legumbres de grano) como maíz, sorgo y caupi.

NOTA: Un tipo de fertilizante químico que suele ser factible aun para los terrenos más grandes es el estiércol verde, de que se tratará luego en este Capítulo.

- * Cuando los fertilizantes orgánicos son escasos, el uso de los fertilizantes químicos suele ayudar a las siembras del campo. aunque el precio puede ser prohibitivo cuando no hay crédito agrícola disponible. Cuando los fertilizantes orgánicos están disponibles o son de poco valor nutritivo, puede ser beneficioso usar los fertilizantes químicos en los terrenos pequeños también, por ejemplo con las verduras, por lo menos como una práctica

temporaria. En áreas pequeñas, el precio de los fertilizantes químicos aproximadamente 1 centavo de dolar de EE.UU. por metro cuadrado, (a mediados de 1980) es más razonable.

- * Los fertilizantes orgánicos y químicos frecuentemente funcionan muy bien juntos: Por ejemplo, los fertilizantes químicos se pueden usar para suplementar el estiércol si es de baja calidad nutritiva o si es escasa. Los fertilizantes químicos también pueden proporcionar nutrientes específicos cuando los fertilizantes orgánicos disponibles no pueden administrarlos. Un buen ejemplo es el uso de sulfato de amonio como una fuente adicional de nitrógeno para verduras cuando el único fertilizante orgánico disponible es el estiércol mal almacenado que contiene poco N. Los suelos con poco P pueden requerir la adición de un fertilizante químico, como un superfosfato, conjuntamente con los fertilizantes orgánicos. Igualmente, los condicionantes poco nutritivos del suelo, como las cáscaras de arroz o el aserrín, se pueden aplicar conjuntamente con fertilizantes químicos para mejorar la condición física de suelos arcillosos y su fertilidad. Adicionalmente, los fertilizantes orgánicos ayudan a disminuir la sujeción del fósforo de los fertilizantes químicos.

En resumen, ambos, los fertilizantes químicos y orgánicos, tienen sus usos apropiados. Muchos agricultores pueden descubrir que ambos son útiles en su granja, pero usualmente será mejor tratar de maximizar el uso de fertilizantes orgánicos.

ALGUNOS EJEMPLOS DE AGRICULTURA EXITOSA QUE USA FERTILIZANTES ORGANICOS

Agricultura de Cortar-y-Quemar

También llamado cultivo trasladado, este sistema tradicional de agricultura en una época se practicaba en muchos de los trópicos húmedos. Debido a la presión de las poblaciones en constante crecimiento, actualmente este sistema se confina principalmente a la Cuenca del río Amazonas y el Sur-Este de Asia. He aquí una descripción breve del sistema:

- * Se limpia parcialmente la tierra cortando a mano y quemando los árboles y plantas. Aunque el quemado destruye algunos nutrientes como N y S, la mayoría de los otros quedan en las cenizas como fertilizantes. La materia orgánica de las plantas quemadas se pierde, pero como veremos, esta pérdida no es demasiado grave.

- * Se cultiva el terreno por 2 o 3 años, usualmente con una mezcla de plantas con ciclos cortos de crecimiento como granos, pulsos y verduras con ciclos más largos como ñame y mandioca. Las plantas usan los nutrientes acumulados naturalmente durante el período de barbechado (vea la próxima parte). Los rendimientos son buenas la primera estación, pero después disminuyen rápidamente, causando el abandono temporal de la tierra después de varios años de cultivo.

- * Después la tierra se revierte a un estado barbechado de vegetación natural durante un periodo de 5-10 años; tal periodo rejuvenece el suelo en varias formas. Las especies de árboles con raíces profundas reciclan los nutrientes filtrables, como el N y S, que son devueltos a la

superficie de la tierra en las hojas caídas de los árboles. Algunas de las plantas de este período pueden ser leguminosas y pueden verdaderamente añadir N al suelo. El periodo barbechado también aumenta la cantidad de humus del suelo y ayuda a evitar el refuerzo de insectos y enfermedades.

La agricultura de cortar-y-quemar no requiere de ningún apoyo extraño y esto en armonía completa con la naturaleza, dado que un periodo barbechado adecuado se puede mantener. Lastimosamente, en muchas áreas del mundo, las presiones de la población han resultado en periodos barbechados más cortos y áreas quemadas más grandes, lo que liquida árboles y arbustos, causando la deforestación, la erosión y al agotamiento del suelo.

Agricultura Mezclada

Este es otro sistema tradicional que también es auto-suficiente en términos de su fertilidad. Como el sistema de cortar-y-quemar, es mejor adaptado a los trópicos húmedos donde la lluvia es adecuada para el cultivo de siembras durante todo el año. Al contrario del sistema de cortar-y-quemar, la agricultura mezclada es un sistema permanente sin periodo barbechado y se practica en áreas más pequeñas (típicamente de 300-500 metros cuadrados), puesto que no incluye la producción de granos (aunque las raíces como ñame y mandioca se suelen cultivar). Los rasgos principales del sistema de agricultura mezclada son:

- * Es una mezcla integrada de hasta 30 o más siembras anuales y perennes, más varios tipos de ganado como chanchos y gallinas; aún puede incluir un estanque de peces. Proporciona a la familia verduras, frutas, aceite comestible, huevos, carne, fibras, medicinas, materiales para tejer y construir (como bambú o cocotero), leña, etc.
- * Las siembras se eligen e integran para complementarse entre sí y lograr la máxima eficiencia del uso de la tierra. Una huerta mezclada se parece a un bosque tropical con varios estratos de vegetación. A nivel del suelo tiene plantas de bajo crecimiento como batata, taro, calabaza, hierbas y verduras. Al próximo nivel, se puede tener café, mandioca, banana y mamón. Los árboles más altos como aguacate, fruta del pan y citrus forman el próximo nivel, seguido por otros estratos de los árboles más altos, como cocoteros. Algunos de los árboles y aun las paredes y techos de las casas, se pueden usar para soportar enredaderas como ñames y algunos tipos de porotos. Este orden de múltiples estratos proporciona la máxima densidad de plantas y utilización de espacio.
- * El sistema es auto-suficiente en términos de fertilidad debido al reciclaje de los nutrientes a través de la producción de abono y estiércol, desperdicios de la cocina, caída de hojas y fijación de N por las legumbres. También es virtualmente inmune a la erosión del suelo debido a su cubierta completa de plantas.

Hasta recientemente, el valor de la agricultura mezclada no solía ser tenida en cuenta por los especialistas en desarrollo y aún era menospreciada como un sistema anticuado y poco productivo (desde un punto de vista de las siembras rentables). Afortunadamente, ahora su valor ha sido "redescubierto". Es importante notar que, en algunos casos, es factible y aun recomendable combinar elementos de la agricultura occidental y la agricultura mezclada. La oficina del Cuerpo de Paz/ICE tiene varios folletos útiles acerca de la agricultura mezclada (vea la bibliografía en el Apéndice H).

Agroforestal

Este es un sistema de uso de la tierra que combina árboles con plantas de varias siembras y/o ganado para aumentar la producción total y los ingresos y mejorar la estabilidad ecológica. Algunos de los sistemas agroforestales tienen centurias de antigüedad, pero, como la agricultura mezclada, es un campo nuevo de investigación moderna. Verdaderamente, la agricultura mezclada es un tipo de sistema agroforestal. Aunque lo agroforestal no siempre depende exclusivamente de los fertilizantes orgánicos y la fertilidad auto suficiente, la mayoría de los sistemas agroforestales disminuirán la dependencia de los fertilizantes químicos. Los sistemas agroforestales pueden tener varios beneficios:

- * Estabilización de tierras empinadas.
- * Mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo: Las raíces principales de los árboles son bastante profundas para reciclar los nutrientes perdidos a través del filtrado. Además, los árboles leguminosos como la leucaena (Leucaena leucocephala) y Sesbania pueden fijar cantidades notables de nitrógeno.
- * El mejoramiento del micro-clima a través de los efectos de la media sombra y la cubierta del suelo por los residuos de las hojas, que reducen el secado y endurecimiento del suelo.

He aquí dos ejemplos de sistemas agroforestales:

- * Cultivo de pasadizos: En este sistema, los árboles leguminosos como la leucaena y madre-de cacao (Clirecidia) se plantan en hileras espaciadas cada 3-4 metros con siembras de comida o forraje cultivadas entre hileras. Los árboles enriquecen el suelo a través de la fijación de nitrógeno del aire y sus hojas y vainas proporcionan un alimento con alto contenido de proteínas para animales. Las hojas, que contienen mucho N, se pueden cortar y llevar a la siembra no leguminosa para servir como un fertilizante o cubierta del suelo; también se pueden usar para fabricar abono.
- * Sistemas de ganado/forraje: Muchos árboles leguminosos como Leucaena, Gliricidia, Sesbania y Calliandra tienen hojas nutritivas y comestibles para el ganado. (Las hojas de Leucaena son tóxicas para los animales no rumiantes).

El Movimiento de Agricultura Regenerativa

También conocido como agricultura "biológica" o "sostenible". cuyos orígenes vienen de hace un siglo o más. Ha recibido nuevo ímpetu (principalmente en los EE.UU. y Europa) durante los últimos 10 años, debido a los precios cada vez más altos de los químicos agrícolas y a la preocupación creciente acerca de los usos de insecticidas, la erosión acelerada y otros problemas como la contaminación por nitratos. Este último problema es causado parcialmente por el sobre-uso de fertilizantes de N. Los conocimientos principales y prácticas básicas de la agricultura regenerativa son:

- * El sistema trata de sostener y apoyar el ambiente en vez de explotarlo.
- * El uso de insecticidas, herbicidas y otros biocidas se minimiza o elimina. El freno a las malezas, insectos y enfermedades se realiza a través de métodos naturales, biológicos o mecánicos como la rotación de siembras, el cultivo de variedades resistentes, los insectos depredadores y los insecticidas biológicos.
- * El uso de fertilizantes químicos es minimizado o eliminado. La fertilidad del suelo se mantienen a través de:
 - ** La rotación de siembras que incluye siembras de cubiertas leguminosas y estiércol verde para añadir nitrógeno al suelo.
 - ** El uso de estiércol y de los fertilizantes "naturales" como el fósforo de piedra.
 - ** La estimulación de un nivel beneficioso de microbios del suelo que mejoran la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno y fósforo para las plantas.
- * La erosión del suelo se frena a través del uso de la rotación de siembras y las siembras de cubiertas suministran protección por erosión con su cobertura del suelo.
- * Usualmente se incluye ganado en la agricultura regenerativa para utilizar las rotaciones de siembras de forraje y para proporcionar estiércol. Las hormonas y el uso profiláctico de antibióticos están eliminados.

Aunque se necesita aprender mucho más acerca de la agricultura regenerativa antes de que se pueda ser adoptada provechosamente en muchos lugares, algunos agricultores de los EE. UU. y de Europa han cambiado exitosamente a este sistema aun en las granjas bastante grandes. La agricultura regenerativa no es solamente la agricultura tradicional sin los químicos; tampoco es solamente un uso nuevo de las prácticas tradicionales del pasado. Dados los hechos económicos modernos de la agricultura y los progresos en áreas pertinentes de investigación como la microbiología de los suelos y las siembras para cubiertas se tienen que desarrollar y probar nuevas prácticas. A través de los años, el USDA, las universidades agrícolas y los negocios agrícolas de los EE.UU. No han mostrado mucho interés en la agricultura regenerativa. Sin embargo, desde los años 1970, se ha llevado a cabo una cantidad creciente de investigaciones valiosas y muy esperadas en el área por universidades y organizaciones privadas como el Rodale Research Institute de Emmaus, Pennsylvania.

Como en la mayoría de la investigación agrícola, aquella referente a la agricultura regenerativa es muy específica del lugar y es difícilmente transferible de un área a otra. Esto significa que mucha investigación sobre adaptabilidad será necesaria.

Para un resumen del estado actual de la agricultura "orgánica" vea la publicación especial número 46 de la American Soc. of Agronomy, listada en la bibliografía en el Apéndice H.

COMO USAR FERTILIZANTES ORGANICOS Y CONDICIONADORES DEL SUELO

FERTILIZANTES ORGANICOS VS ACONDICIONADORES DIRECTOS DEL SUELO

El término "fertilizantes orgánicos" es amplio y en realidad incluye 3 categorías:

- * Acondicionadores directos del suelo como cáscaras de arroz y aserrín.
- * Fertilizantes orgánicos directos como pescado molido y cenizas de madera.
- * Combinación fertilizantes orgánicos/acondicionadores del suelo como abono, estiércol y siembras de estiércol verde.

Trataremos sobre todos estos puntos y también sobre las cubiertas del suelo y las lombrices de la tierra.

ACONDICIONADORES DIRECTOS DEL SUELO Y SU USO

Los materiales gruesos como las cáscaras de arroz o maní y aserrín tienen muy poco valor nutritivo pero son muy útiles para aflojar los suelos arcillosos. Como ya se mencionó en el capítulo 4 acerca de la preparación de los almácigos, las cáscaras de arroz son muy útiles para preparar una nueva mezcla de suelos en cajones y otros envases para producir transplantes. Estos materiales también se pueden usar como cubiertas para el suelo. Al contrario de la creencia común, el aserrín no hace más ácido el suelo.

Cuidado con la Retención de N: Puesto que estos materiales contienen muy poco N, añadir cantidades grandes de ellos al suelo puede causar la retención temporaria de N mientras que se descomponen, a menos que se añada N adicional en la forma de fertilizantes orgánicos o químicos. Aproximadamente 1 kilogramo de N verdadero se debe añadir al suelo para cada 100 kg de materia de poco N; esto se debe añadir al suelo para cada 100 kg de materia de poco N; esto significa aproximadamente 2 kg de fertilizante de urea (que contiene 45% de N) o 200 kg de abono o estiércol. También se puede evitar la sujeción de N preparando primeramente abono con estas materias conjuntamente con otras que contienen mucho N como el estiércol y el pasto verde joven. (El uso de cáscaras de arroz, etc para cubiertas del suelo no suele causar la sujeción de N a menos que se la mezcle con el suelo).

FERTILIZANTES ORGANICOS DIRECTOS Y SU USO

Algunos fertilizantes orgánicos como sangre seca, pescado molido y semillas de algodón molidas tienen mucho más valor nutritivo que el abono y el estiércol. Debido a esto y al hecho de que algunos de ellos son caros (se usen para alimentar ganado), suelen ser aplicados en cantidades muy bajas para mejorar la condición física del suelo.

TABLA 8-1

Valor Nutritivo de Algunos Fertilizantes Orgánicos Directos

	<u>N</u>	<u>P2O5</u>	<u>K2O</u>
Guano de murciélago	10%	4%	2%
Sangre seca	12%	2%	1%
Hueso molido, cocido al vapor *	2%	26-30%	0%
Posos de café	2%	0,3%	0,3%
Semillas de algodón molido	6%	3%	1%
Plumas	15%	0%	0%
Pelo	12-16%	0%	0%
Pescado molido	10%	4%	0%
Fostato de piedra *	0%	31-33%	0%
Algamarina	0,2%	0,1%	0,6%
Cenizas de madera	0%	1-2%	5-10%

* Mucho P en el hueso molido y en el fosfato de piedra es insoluble y así muy lentamente disponible para las plantas.

Características de Algunos Fertilizantes Orgánicos Directos

Hueso Molido: El hueso molido consiste de huesos cocinados y molidos sin quitar la gelatina o goma. El hueso molido cocinado al vapor ha estado cocinado al vapor bajo presión, para quitar una parte de la gelatina. Ambos tipos tienen cantidades buenas de fósforo y calcio, pero mucho del P queda en una forma muy lentamente disponible que limita su efectividad inmediata. Trabaja mejor al ser diseminado y mezclado con suelos ácidos que contengan muchas materias orgánicas; se debe moler finamente para facilitar su reacción con el suelo y la liberación de P disponible.

Fosfato de piedra: Se le considera un fertilizante orgánico, puesto que se le extrae de la tierra y se le usa crudo o después de tratado con calor para mejorar la disponibilidad de su P. Aproximadamente el 90% del P del fosfato de piedra crudo es insoluble y difícil de obtener. Igual al hueso molido, trabaja mejor en suelos ácidos que contienen mucha materia orgánica y le

se debe diseminar por la superficie del suelo en una forma finamente molida. El fostato de piedra tratado con calor se explica en el Capítulo 9 que trata sobre fertilizantes de fósforo. Se reconoce que los hongos mycorrhizae (vea el Capítulo 1) ayuda a mejorar la disponibilidad del p del fostato de piedra.

Cenizas de madera: Aunque son una excelente fuente de K, también suelen aumentar mucho el PH del suelo. Aun las aplicaciones moderadas han aumentado demasiado el PH del suelo al usarse regularmente.

En verdad, la estación experimental de la Universidad del Connecticut ahora recomienda aplicar no más de 100-150 gramos (aproximadamente 300-450 cc) por metro cuadrado por año. Ahora existe evidencia que los árboles en áreas afectadas por la contaminación industrial (o de los automóviles) pueden acumular los metales pesados, como el plomo y el cadmio, que quedan en las cenizas. Las investigaciones han mostrado que las siembras de raíces o de hojas como lechuga o remolacha pueden absorber los metales pesados del suelo. (En áreas donde el nivel de plomo en el suelo es muy alto, se puede minimizar eficazmente su absorción por las plantas manteniendo el PH del suelo por encima de 6,0 y el contenido de materia orgánica del suelo arriba de 25% a un nivel muy alto).

Pepinos de Mar (Holoturia): La escuela técnica agrícola PATS de la isla Ponape de Micronesia usa estos animales marinos como un fertilizante eficaz de verduras. Primeramente se fermentan en un tambor por 10-14 días y después se les aplica en una mezcla 50/50 con agua al lado de las plantas que estan creciendo. Lastimosamente, el proceso de su fermentación produce olores desagradables; sin embargo, los pepinos del mar son considerados como un fertilizante muy prometedor para las islas del Pacífico.

El alga marina es verdaderamente un fertilizante orgánico demasiado débil para incluir en este grupo, pero es excelente como cubierta y acondicionador del suelo. También es especialmente buena como una fuente de nutrientes al aplicarse con cantidades comparables con abono y estiércol, puesto que contiene todos los minerales útiles. Primeramente se le debe exponer a la lluvia o lavar con agua pura para evitar problemas con la sal, aunque así se pierde algunos de sus nutrientes.

Agua del mar diluída: Se la está investigando actualmente como una fuente posible de micronutrientes.

COMBINACION DE FERTILIZANTES ORGANICOS/CONDICIONADORES DEL SUELO

Estiércol, Abono y Siembras de Estiércol Verde

ESTIERCOL

Al aplicarse y almacenarse correctamente, el estiércol es una fuente excelente de nutrientes y buen condicionador del suelo. También existe evidencia de que el estiércol puede contener otras sustancias que aceleran el crecimiento, como las hormonas naturales y las vitaminas B.

El Valor Fertilizante del Estiércol

La Tabla 8-2 compara los contenidos de N, P y K de varios tipos de estiércol animal. Sin embargo, como veremos, el contenido nutritivo actual de estiércol es muy variable, pues está influenciado por otros factores a parte de especies animales.

TABLA 8-2				
<u>Composiciones Aproximadas de Varios Tipos de Estiércol Animal</u>				
Estiércol nuevo con cama lecho de paja para el ganando	Contenido de Humedad_____	KG DE NUTRIENTE POR 1000 KG DE ESTIERCOL		
		N*	P2O5*	K2O*
Gallina	70%	11,0	11,0	5,0
Oveja, cabra	70%	10,0	7,5	10,5
Vaca	86%	5,5	2,0	5,0
Caballo	80%	6,5	2,5	6,5
Chancho	87%	5,5	3,0	4,5
Conejo	60%	15,0	10,0	10,0

* N = nitrógeno, P2O5 =Acido fosfórico, K2O = óxido de potasio (potasa)

El estiércol varía mucho en su valor nutritivo: Aunque la Tabla 8-2 muestra que los estiércoles de conejo, oveja y gallina son los más ricos en comparación con los de vaca, no es siempre así. En verdad, el contenido nutritivo de estiércol puede variar mucho, aun entre animales de la misma especie. La razón para eso es que el valor como fertilizante del estiércol está muy afectado por dieta, cantidad de paja para el ganado, almacenaje y método de aplicación.

* Dieta: El contenido de N de estiércol nuevo se relaciona directamente con la cantidad de proteína en la dieta del animal. Por ejemplo, los chanchos alimentados con una dieta

principalmente de maíz (que contiene poca proteína) producen estiércol con menos N que los chanchos alimentados con más proteína.

- * Cantidad de lecho: La orina de los animales contiene aproximadamente 30-50% del total de N y 50-80% de K. Estos nutrientes se perderían si los animales no son acorralados y no se usa la paja para absorber la orina. Sin embargo, la mayoría de los lechos como aserrín y paja tienen muy bajo valor nutritivo y cantidades grandes de ellos diluirían el valor del estiércol como fertilizante. En verdad, el estiércol con demasiado lecho puede causar la retención temporaria de N en el suelo.
- * Método de almacenar: El almacenaje en el exterior y descubierto resulta en pérdidas altas de nutrientes (especialmente de N y K) debido al filtrado por la lluvia o secado excesivo/secado del estiércol (esto último causa la pérdida de N como gas de amoníaco).
- * Método de aplicación: Idealmente, se debe mezclar el estiércol con el suelo inmediatamente después de la aplicación. El estiércol nuevo puede perder hasta el 25% de su N en un día y 50% en 2 días. Lo mismo se aplica al estiércol dejado expuesto a los elementos antes de recolectarse.

Como una aproximación, 1000 kg de estiércol nuevo con lecho contienen más o menos 5 kg de N, 2,5 kg de P₂O₅ y 5 kg de K₂O. Esto significa que una fórmula de fertilizantes de estiércol sería aproximadamente 0,5-0, 25-0,5 (vea el Capítulo 9 sobre los fertilizantes químicos). Sin embargo, solamente alrededor del 50% del N y 20% de P de estiércol nuevo es verdaderamente disponible para la siembra durante los primeros meses. El resto se encuentra en la forma orgánica de liberación más lenta que primeramente tienen que minimizarse por microbios del suelo. El estiércol también puede ser una buena fuente de micronutrientes, especialmente si vienen de animales con dietas bien balanceadas.

Estiércol "Caliente" vs "Frio": El estiércol nuevo de chanco, gallina y oveja frecuentemente se llama estiércol "caliente", pues pueden "quemar" (dañar) a las plantas o impedir a las semillas brotar si se aplica demasiado o muy cerca el tiempo de plantar. En verdad, la mayoría de los tipos de estiércol nuevo se puede considerar "caliente", con la posible excepción del estiércol de conejo. El estiércol viejo (bien podrido) descompuesto parcialmente, se considera "frio", pues libera más lentamente sus nutrientes y es probable que perjudique a las plantas.

Cantidad de Estiércol Producido

TABLA 8-3				
<u>Cantidad de Estiércol Producido Anualmente</u>				
<u>por Kg de Peso Vivo</u>				
<u>Animal</u>	<u>Sólido</u>	<u>Orina</u>	<u>Total peso</u> <u>Húmedo</u>	<u>Total peso</u> <u>seco</u>

Caballo	14,4 Kg	3,6 Kg	18 Kg	4,0 Kg
Gallina	8,4	0,0	8,4	4,3
Vaca	19,0	8,0	27,0	3,8
Chanco	18,2	12,2	30,4	4,0
Oveja	8,2	4,2	12,4	4,0

Como muestra la Tabla 8-3, los animales de granja producen cantidades grandes de estiércol; el problema es el acopio. Alentar a los agricultores a acorrallar los animales sueltos durante la noche ayudará a aumentar la provisión de estiércol. Note que la cantidad total de materia seca verdadera es muy semejante entre los animales.

Guías Para Almacenar y Aplicar Estiércol

Estiércol Nuevo vs Viejo (Abonado)

El estiércol se puede aplicar en cualquiera de las dos formas. El estiércol nuevo tiene más probabilidad de dañar las plantas o semillas, pues puede liberar humus dañino de amonio. El estiércol nuevo de gallina, oveja y chanco es el más probable que dañe a las plantas.

Por otro lado, el estiércol nuevo suele proporcionar más nitrógeno en su forma fácilmente disponible a las plantas. (La única excepción es el estiércol abonado anaeróticamente (vea más abajo), la mitad de cuyo N total se encuentra en la forma de amonio y así fácilmente disponible). El estiércol nuevo se puede usar seguramente si se lo aplica una o dos semanas antes de la siembra y se lo mezcla completamente con la capa superior del suelo para que se diluya.

El estiércol viejo (abonado) habrá disminuido en hasta más o menos 40-60% de su volumen original. Si se lo protege contra la lluvia mientras que se descompone y se almacena, el estiércol abonado será aproximadamente dos veces más concentrado en términos de sus nutrientes, excepto el nitrógeno, cantidades notables del que se pueden perder al aire, como el gas de amoníaco. El estiércol viejo libera más lentamente su N, pues ha cambiado a la forma orgánica de liberación lenta mientras era abonado. Esto es verdaderamente beneficioso dado que disminuye las pérdidas por filtrado (el N orgánico no se filtra) y también proporciona N por más tiempo.

Cómo almacenar estiércol

Si no se aplica el estiércol cuando es nuevo, se le puede abonar conjuntamente con residuos de poco N como cáscaras de arroz o paja o apilarlo por si solo para descomponerse. El estiércol

apilado se debe proteger contra los elementos. La lluvia filtrará sus nutrientes solubles como potasio y nitrato, mientras que la luz solar puede secarlo excesivamente, así aumentando la pérdida de N en la forma de gas de amoníaco. Dependiente de cómo se maneja el estiércol, sufrirá un proceso de abonado aeróbico (con oxígeno) o anaeróbico (descomposición parcial).

- * Abonado aeróbico ocurre en el estiércol aflojado y medio húmedo en donde hay mucho oxígeno. Las pérdidas de N por la volatilización de amoníaco suelen ser de aproximadamente 30 a 50%; la mayor parte del N restante queda como en la forma orgánica de liberación lenta. Si el contenido N de estiércol es adecuado, los hongos y bacterias responsables del abono completarán el proceso en el curso de 3 a 8 semanas y originarán mucho calor procedente de sus actividades metabólicas. Se puede necesitar agua adicional para mantener el estiércol en una condición semi-húmeda.

- * Abonado anaeróbico ocurre en pilas de estiércol compacto y húmedo donde se excluye el oxígeno. Es un proceso más lento, pero las pérdidas de N son mucho menores (si es que el estiércol se mantiene húmedo) y su disminución también es menor. Aproximadamente la mitad del N restante queda como amonio fácilmente disponible, a otra mitad, estando en la forma orgánica de liberación lenta. Lastimosamente, dicho estiércol húmedo y anaeróbico produce más olores y atrae más moscas que el estiércol aeróbico. Cubrir el estiércol con polietileno negro minimizará tales problemas y también ayudará a mantener las condiciones anaeróbicas reduciendo la pérdida de agua y la entrada de aire. También el estiércol se puede usar para producir metano en difestores anaeróbicos de biogas y los residuos se pueden usar como fertilizantes/condicionadores del suelo.

- * Producción de biogas: El estiércol se puede mezclar con agua y fermentar para fabricar biogas anaeróbicamente (65% metano, 35% dióxido de carbono), que se puede usar para cocinar, calentar, producir luz, o aún perforar máquinas. El residuo digerido (llamado fango) contiene 90% líquido y 10% sólidos flotantes y es un condicionador del suelo y fertilizante débil. Sin embargo, primeramente el fango tienen que madurarse y airearse en un estanque poco profundo por 2-4 semanas antes de aplicarse para disipar las sustancias dañinas a las plantas como lo es el sulfato de hidrógeno.

NOTA: La producción de biogas es más compleja de lo que se piensa comúnmente y que ha causado muchos fracasos. Para más información, referirse al Biogas/Biofertilizer, Business Handbook, Cuerpo de Paz/ICE. Reimpresión R-8,1982.

Cómo Aplicar Estiércol

- * Un buen método para aplicar estiércol es diseminarlo uniformemente sobre la tierra y mezclarlo por completo con la capa superior antes de plantar o transpolantar.

- * Si se cava-doble (vea el Capítulo 4), el estiércol (o algún otro tipo de fertilizante/acondicionador orgánico) se debe mezclar con el subsuelo también.
- * El estiércol nuevo rápidamente se debe aplicar idealmente 1-2 semanas antes de plantar o transplantar y se debe mezclar con la capa superior del suelo para evitar la posibilidad de dañar las plantas.
- * Cuando se cultiva siembras como calabazas y melones en "colinas" (grupo de semillas espaciados a aproximadamente un metro), se debe mezclar el estiércol concienzudamente en el área de la colina.
- * Si el estiércol es escaso, se lo puede aplicar en franjas o bandas centradas en la hilera, en vez de cubrir todo el terreno.
- * Con cualquier método de aplicación, asegure mezclar inmediatamente el estiércol con el suelo para evitar las pérdidas de nitrógeno en la forma de gas de amoníaco (que puede alcanzar hasta 50% en 2 días). El estiércol bien podrido no liberará amoníaco, pero puede haber perdido mucho durante el proceso de pudrirse. (Sin embargo, el estiércol que se ha abonado anaeróbicamente puede ser susceptible a algunas pérdidas de amoníaco, pues aproximadamente la mitad de su N existe en la forma de amonio).

Una advertencia sobre estiércol de humanos, perros, gatos y chanchos: Todos ellos suelen contener parásitos y enfermedades que se pueden transmitir a las personas. La mayoría de los métodos de abono no puede matar estas enfermedades. Las mujeres embarazadas deben cuidarse de no tocar el estiércol de gatos, pues pueden transmitir una enfermedad llamada toxoplasmosis que puede dañar el feto. El estiércol de chanchos está bien para usar en la mayoría de las siembras excepto aquellas como la zanahoria y la lechuga, cuyas partes comestibles quedan en contacto con el suelo.

No use estiércol de lotes de alimentar: El ganado engordado en lotes de alimentar es alimentado con niveles altos de sal (cloruro de sodio). El estiércol del lote de alimentar puede contener hasta 10 veces la sal que contiene el estiércol común y por lo tanto ser especialmente probable que quemé las plantas.

¡Cuidado con las malezas!: El estiércol nuevo de animales alimentados con forraje, heno, o vegetación silvestre puede contener muchas semillas de malezas que todavía pueden germinar bien después de pasar por su sistema digestivo. Abonar el estiércol primero puede generar suficiente calor como para matar muchas de las semillas de las malezas.

Dosis Sugeridas de Aplicación de Estiércol

- * El estiércol, nuevo o abonado, aplicado en una dosis de 6-12 litros por metro cuadrado (una capa de 6-12 mm de espesor) por siembra, debe proporcionar suficientes nutrientes para tener buenos rendimientos si el estiércol es de buena calidad y se le ha almacenado correctamente. Esta tasa también proporciona suficiente materia orgánica para lograr por lo menos algún mejoramiento en la condición física del suelo.

OBSERVACION: En suelos con muy poco P, se necesitarán cantidades de estiércol mucho más altas. En tales casos, suele ser mejor suplementar la aplicación de estiércol con otra de fertilizante químico como superfosfato, al tiempo de plantar o transplantar. Para las siembras de largo plazo como tomates enredadera, pueden ser necesarias las aplicaciones adicionales de N en forma de te de estiércol (que se explicará en seguida), o de fertilizantes químicos.

- * El estiércol nuevo de aves o de ovejas es especialmene "caliente" y no se debe aplicar más de 6 litros por metro cuadrado.
- * Si es abundante o de baja calidad, el estiércol se puede aplicar en cantidades mayores que la anterior, excepto en el caso de estiércol muy nuevo que puede quemar las semillas o los brotones o aun causar la contaminación por nitratos de fuentes circundantes de agua, especialmente de los pozos pocos profundos. Niveles excesivos de nitratos en el agua potable puede causar la enfermedad potencialmente fatal de "bebe azul" (metemoglobinemia) en los infantes (especialmente aquellos con fórmulas de leche mezclada con agua) y también son tóxicos para el ganado.
- * Si el estiércol es escaso, es mejor aplicar cantidades moderadas a un área más grande que aplicar cantidades elevadas en un área menor.

Algunas Conversiones Utiles Para la Aplicación de Estiércol

- * Un litro por metro cuadrado iguala a una capa de 1 milímetro de espesor. Así, 6-12 litros por metro cuadrado igualan a una capa de 6-12 mm de espesor (m. o.m.0,25-05").
- * Una pala de estiércol contiene aproximadamente 3-4 litros. Por lo tanto, 2-4 palas proporcionan la cantidad basta sugerida de 6-12 litros por metro cuadrado.
- * Un metro cúbico de estiércol contiene 1000 litros y proporciona suficiente nutrientes para aproximadamente 80-160 metros cuadrados de tierra cultivada (de almácigos solamente, sin incluir los pasadizos), si es de buena calidad.
- * Un litro de estiércol nuevo (mojado) pesa aproximadamente 1 kg. Un litro de estiércol bien secado pesa 0,3 kg (si es de vaca o chanco) o 0,6 kg (si es de gallina).

Preparando y Usando Te de Estiércol

El te de estiércol es una forma líquida de fertilizante preparada, mediante la saturación de una bolsa de estiércol en un tambor de agua durante 2-4 semanas; el líquido resultante, parecido al te, se puede aplicar a las siembras en crecimiento o se puede usar como solución inicial durante el trasplante (referirse a la sección acerca de verduras en el Capítulo 10). Investigaciones recientes (vea más abajo) han mostrado que el te preparado con estiércol nuevo contiene buenos niveles de la mayoría de los nutrientes. Igual al estiércol, el te de estiércol probablemente contiene algunas sustancias promotoras de crecimiento como hormonas y vitaminas B. He aquí como preparar y aplicar el te:

OBSERVACION: El te de estiércol se puede preparar en cantidades menores que aquellas usadas en este ejemplo.

- * Llenar una bolsa de arpillera u otra tela porosa con estiércol nuevo y atarla bien cerrada. (El estiércol nuevo proporciona más nutrientes en forma fácilmente solubles, que el putrido, especialmente en el caso de N).
- * Poner la bolsa en un tambor de 200 litros (55 galones) y llenarlo completamente con agua. Si es necesario, poner piedras sobre la bolsa para mantenerla sumergida en el agua. Cubrir el tambor para evitar moscas y mosquitos. Dejarlo reposar por aproximadamente 2 semanas.
- * Dadas la muchas variables, las cantidades de aplicación varían mucho, y habría que experimentar. La mayoría de las sugerencias dicen diluir el te con agua hasta que tenga un color marrón claro. No se debe reusar el estiércol, sino empezar con estiércol nuevo cada vez que se rellena el tambor. Los residuos sólidos se pueden usar como un condicinador del suelo, pero probablemente no será una buena fuente de nutrientes.

Investigaciones Recientes Acerca del Te de Estiércol: Aunque el te de estiércol se ha usado por siglos con buenos resultados, sólo recientemente se ha hecho una investigación válida del mismo. A continuación se da un resumen breve de pruebas, evaluando el uso del te de estiércol de gallina como fertilizante, realizado por un estudiante del último año en la California Polytechnic University en San Luis Obispo. Note que el estiércol nuevo de gallina bien alimentadas usado en esta investigación tiene un contenido especialmente alto de nutrientes, en comparación con la mayoría de los estiércoles y lo mismo sería cierto sobre el te resultante.

- * Preparación del te: El estiércol nuevo de gallina se introdujo en bolsas de arpillera con 3 cantidades diferentes (20, 35 y 50 libras) y saturado con agua en tambores de 35 galones, por 4 semanas.
- * Contenido de nitrógeno: Niveles buenos de N disponible se lograban en el te, casi completamente en la forma de amonio (NH₄⁺). En la bolsa con 20 libras de estiércol, el te obtenía aproximadamente 50% del contenido máximo de amonio (860 ppm después de 4 semanas) durante la primera semana. Con las bolsas de 35 y 50 libras, se obtenía sólo aproximadamente 50% del contenido máximo de amonio (1514 y 1424 ppm

respectivamente después de 4 semanas) durante a primera semana. La razón por la cual la bolsa de 50 libras proporcionaba menos N disponible era probablemente porque la cantidad mayor de estiércol desanimaba la acción bacterial.

- * Contenido total de nutrientes: El te de la bolsa de 20 libras se diluyó en 3 partes de agua por 1 parte de te después de 4 semanas y su contenido de nutriente se compará con el contenido de una solución típica de crecimiento hidropónico (en que todos los nutrientes tienen que ser proporcionados por la solución). Los niveles de N, P, K y Zinc del te diluido se comparan favorablemente con los de la solución; los otros nutrientes necesitarían ser proporcionados por otras fuentes (por ejemplo, el suelo, estiércol, abono o fertilizantes químicos).
- * Crecimiento de plantas: Se realizaban pruebas en invernaderos para comparar el te diluido y una solución hidropónica al ser aplicado a tomates producidos en 3 medios diferentes: arena, astillas y aserrín de "madera roja" (sequoia). En todos los casos las plantas que se alimentaban con el te crecían casi tanto como aquellas alimentadas con la solución química, pesar de la supuesta falta de varios nutrientes. Es probable que los nutrientes faltantes se proporcionaron por el medio creciente. Se calcula que cada planta de tomate usaba aproximadamente 4,5 galones de te (equivalente a 1,4 libras de estiércol de gallina durante el período de prueba de 3 meses).

Te de abono: Se ha sugerido preparar un te semejante de abono. Sin embargo, parece que no sería tan eficaz, pues más de los nutrientes del abono quedan en la forma orgánica insoluble y requeriría más tiempo para filtrarse en el te. Sin embargo, se puede experimentar con dicho te.

ABONO

¿QUE ES EL ABONO?

El abono es materia orgánica, tal como residuos de siembras o estiércol, que se han podrido moderadamente bien (usualmente en un montón) y ya queda en vías de convertirse a la materia oscura y desmigajada que se llama humus.

¿DE QUE SE PREPARA EL ABONO?

Se lo puede preparar de casi cualquier desperdicio de materia orgánica, por ejemplo:

Residuos de siembras: Tallos de maíz, paja de arroz, hojas, etc.

Vegetación natural: Malezas, pasto, hojas de árboles, etc.

Estiércol

Algunas materias que no se deben usar: Heces humano (orina está bien) y estiércol de perros y gatos suelen contener parásitos y enfermedades que se pueden transmitir a las personas. Aunque

una pila bien manejada de abono debe generar suficiente calor para matar tales enfermedades, la mayoría de las pilas no alcanzan este calor debido principalmente a deficiencias de nitrógeno y falta de mezclado periódico. El estiércol de chancho puede abonarse pero probablemente no se debe usar para siembras cuyas partes comestibles quedan en contacto con el suelo. Igualmente, se debe evitar el uso de vegetación que muestra señales de enfermedades, excepto bajo las condiciones ideales para abonar. Por supuesto, los desperdicios de carne o de animales muertos atraerán más moscas y roedores.

¿COMO SE COMPARA EL ABONO CON EL ESTIERCOL?

Como el estiércol, el abono es un fertilizante débil de liberación lenta. En verdad, comparado con el estiércol nuevo, su nitrógeno queda en una forma más estable y no susceptible a perderse en la forma de gas amoníaco. Como en el estiércol bien podrido (abonado), el abono no "quemará" las semilla o los brotones.

Valor nutritivo: Como el del estiércol, el valor nutritivo del abono varía mucho y depende de la materia de la cual se lo prepara (vea tabla 8-4). Además de N, P y K, el abono proporciona cantidades variables de nutrientes secundarios y de micronutrientes. Con el estiércol, el abono contiene otras sustancias estimulantes del crecimiento como las vitaminas B. hormonas naturales y ácidos orgánicos. El abono que se prepara de una mezcla de materiales probablemente proporciona el mejor espectro de nutrientes.

TABLA 8-4		
<u>ALCANCES COMUNES DE N, P y K EN ABONOS</u>		
<u>Nutrientes</u>	<u>Porcentajes</u>	<u>Kg de Nutrientes por 1000 Kg de abono</u>
N	0,75-1,5 %	7,5-15 Kg
P2O5	0,25-0,5 %	2,5- 5 Kg
K2O	0,50-1,0 %	5,0-10 Kg

Abonar Primeramente vs Añadir Materias Nuevas Directamente al Suelo

Añadir estiércol nuevo o residuos de plantas directamente al suelo proporciona más nutrientes y humus que abonarlos primeramente. Las pérdidas de N en la forma de gas amoníaco pueden ser grandes durante el proceso de abono especialmente al usar el estiércol nuevo. Sin embargo, abonar la materia primeramente puede tener algunas ventajas:

- * Aunque algunas investigaciones han demostrado que el estiércol provee sólo aproximadamente la mitad del N fácilmente disponible, comparado con la adición del

mismo estiércol en forma fresca (nuevo) es menos probable que el abono queme las plantas y también proporciona N durante un período más largo debido a su naturaleza de liberación lenta.

- * El proceso de abono reduce el volumen de la materia en aproximadamente la mitad, así se requiere menos trabajo para su aplicación.
- * El estiércol nuevo se puede mezclar y abonar con materias que contienen poco N, como las cáscaras de arroz y la paja y proporcionarán el N necesario para descomponerlas más rápidamente; tales mezclas también reducen las pérdidas de N en la forma de gas amoníaco durante el proceso de abonando.
- * Una pila de abono bien formado y correctamente mezclada debe generar suficiente calor para matar las semillas de malezas que obtiene el estiércol nuevo de los animales alimentados con forraje, heno, o vegetación silvestre.

ALGUNAS LIMITACIONES DEL ABONO

Como el estiércol, el abono es más práctico para lotes pequeños por las siguientes razones:

- * Requiere mucho trabajo manual.
- * Se necesita mucha agua para mantener mojada la pila durante los primeros 1-4 meses de abono que puede ser un problema durante la estación seca.
- * La mayoría de los agricultores no tiene suficiente materia abonable para satisfacer sus necesidades. Los residuos de siembras como mijo y sorgo frecuentemente se usan para el alimento de ganado o para cercado o construcción. También, suele ser mucho más fácil y posiblemente igualmente beneficioso, dejar la materia orgánica sobre la superficie de la tierra.
- * La disminución de la pila, que suele ser de 50%, puede ser desalentadora. Una parte de esto se debe al asentamiento, pero la mayoría de esto se debe a las actividades de hongos y bacterias que digieren la materia, convirtiendo mucho de su carbono a gas de dióxido de carbono.

El abono suele ser mejor adaptado a los lotes más pequeños de los agricultores y a los proyectos comunales de huertas. Es especialmente factible para proyectos de huertas escalonares donde hay mucha mano de obra disponible.

¿QUE OCURRE EN UNA PILA DE ABONO?

El abono se forma principalmente de las actividades de varios tipos de hongos y bacterias que se alimentan de la materia en la pila y gradualmente la convierte en humus. Insectos y lombrices de la tierra también se encuentran en las pilas, especialmente durante las últimas etapas del proceso, y ellos ayudan en la descomposición de la materia.

OBSERVACION: El abono suele ser un proceso aeróbico que incluye microbios que requieren oxígeno; aunque también es posible crear abono anaeróbicamente (sin oxígeno); esta sección enfoca el proceso aeróbico, que es más común.

Acumulación de calor en la pila: Una pila bien formada se calentará hasta aproximadamente 65-70 grados en 2-4 días debido a la acción de la bacteria termófica (que le gusta el calor). La pila gradualmente se enfriará cuando los otros tipos de hongos y bacterias se hagan cargo del proceso de descomposición. Durante las primeras semanas, la pila volverá usualmente recalentarse un poco cada vez que se mezcla.

FACTORES QUE ACELERAN LA PREPARACION DEL ABONO

Bajo las condiciones más ideales, se puede formar el abono en solamente 10-15 días, pero pocos agricultores con recursos limitados o proyectos de huertas serán capaces de mantener tales condiciones. Más probablemente, se necesitarán 2-4 meses. Esto es porque es muy difícil satisfacer las 5 necesidades para hacer rápidamente el abono. Estas necesidades son:

- * Materia finamente desmenuzada
- * Una proporción adecuada de carbono a nitrógeno
- * Humedad adecuada
- * Aereación adecuada
- * Auto-aislamiento

La comprensión de estas 5 necesidades es muy beneficioso para aprender a preparar abono con éxito y también dan una idea del tiempo requerido para el proceso de acuerdo a su situación. Vamos examinar cada necesidad en detalle.

- * MATERIA FINAMENTE DESMENUZADA: Pedazos de 6 mm (1/4") o menos son esenciales para el abono rápido pues proporcionan más área superficial sobre la que los microbios e insectos pueden trabajar. Tales tamaños probablemente no serían factibles sin un demenzador. (Desmenuzadores manuales disponibles hay en algunos países, pero pueden producir pedazos más largos). En vez de estar mucho tiempo picando la materia a mano, es mejor usar los pedazos más largos y un proceso más lento. Sin embargo, la materia aun bastante picada hará más fácil mezclar la pila.
- * UNA PROPORCION ADECUADA DE CARBONO A NITROGENO: Los hongos y la bacteria necesitan una dieta buena para funcionar eficazmente. Ellos necesitan carbono

para energía y nitrógeno para su crecimiento y reproducción. (Ellos convierten el N a proteínas). Una proporción C/N de aproximadamente 20-30/1 es la ideal, pero la mayoría de las materias abonables contienen más carbono y menos nitrógeno que eso. Se da a continuación, algunas guías útiles para distinguir materias de alto N (con proporciones escasas de C/N) y materiales con bajo N (con una proporción amplia de C/N):

MATERIAS DE POCO N: Cualquier vegetación vieja amarilla o parda y fibrosa, como tallos de maíz, sorgo y mijo, paja de arroz, pasto viejo con semillas, cáscaras de arroz o maní, hojas viejas secas y aserrín. Cuanto más amarillo o marrón y viejo es el material, más bajo será su contenido probable de N.

Ejemplos: El aserrín tiene una proporción C/N de aproximadamente 500/1 y la paja desde 50/1 a 130/1; los tallos de maíz, sorgo y mijo (al cosecharse) tiene una proporción C/N de aproximadamente 60/1.

MATERIA DE MUCHO N: La vegetación joven, suave, verde, especialmente de legumbres, suele ser una buena fuente de N. El estiércol nuevo, especialmente de gallinas, que se ha protegido contra el tiempo y que no contiene demasiado lecho pajizo, es una fuente excelente de N.

Ejemplos: El estiércol nuevo tiene una proporción C/N de aproximadamente 15-20/1, el de paja tiene 50/1, de pasto verde joven 15/1 y de hojas leguminosas verdes 12/1.

Algunas Guías Generales Para Lograr la Proporción Correcta de C/N: No existe un método para ser exacto, pero afortunadamente no tiene que serlo. Sin embargo, las pilas con insuficiente N requieren más tiempo para descomponerse y también se empequeñecerán más, pues los microbios tratan de quitar el carbono excesivo (en la forma de dióxido de carbono) para ajustar la proporción de C/N a su gusto. Pero, notablemente, tampoco es buena idea tener demasiado N en la pila, porque los microbios convierten el N excesivo que no necesitan en gas amoniacal que se pierde al aire. El mejor método es estimar una mezcla apropiada de poco N y otras con mucho N, basado en sus proporciones probables de C/N. Cuanto más materias de poco N, se use, mayor será la necesidad de materias con mucho N. A continuación, algunas "recetas" aproximadas:

- * 1/3 materia de poco N (paja, cáscaras de maní, etc.)
+ 2/3 materia con mucho N (vegetación joven y verde)

- * 1/2 materia de poco N + 1/2 estiércol de buena calidad

- * HUMEDAD ADECUADA: Los microbios de la pila necesitan la humedad para vivir. Una pila adecuadamente húmeda debe contener aproximadamente 50-60% de humedad y se debe sentir como una tohalla mojada que se exprimió después de sumergirse en agua. Al exprimirse livianamente, la materia de la pila debe dejar una capa de humedad en la mano. Sin embargo, el agua excesiva disminuirá el contenido de oxígeno en la pila, o puede salir por abajo llevándose los nutrientes. Puesto que la producción de calor en la pila acelera la evaporación de agua, necesitará un periódico riego, en especial en las primeras etapas del proceso de abono. El abono preparado en hoyos cubiertos (vea más abajo) pierde menos humedad.

- * AERACION ADECUADA: Los hongos y las bacterias responsables del proceso típico de abono aeróbicamente preparado necesitan oxígeno para vivir. Dos prácticas son esenciales para evitar la falta de oxígeno.
 - * Evitar compactar la pila en demasía cuando se está construyendo, especialmente si se usa mucha materia verde succulenta o estiércol nuevo húmedo.

 - * Revolver la pila periódicamente es el mejor método para mantener la aireación adecuada. Cuanto más amenudo se remueve el abono más rápidamente formará. Para formar rápidamente (10-15 días) el abono, se necesita revolver la pila por lo menos 2 veces por semana (además de usar materia finamente picada), lo que puede ser demasiado trabajo. También se puede meter palos verticales en la pila durante su fabricación y quitarlo después para dejar canales de aire. En las pilas que no se revuelven es posible introducir lombrices de tierra después de que se acabe el periodo inicial de calentamiento. (No se debe renovar la pila después de introducir las lombrices, pues se puede recalentar y matarlas). Las lombrices suelen reproducirse rápidamente y ayudan a airear y mezclar la pila.

- * AUTO AISLAMIENTO: La pila debe ser suficientemente grande para mantener su calor. Un tamaño bueno mínimo (tamaño original) sería aproximadamente 2 metros cúbicos (una pila cuadrada de aproximadamente 1,25 metros por lado o una cónica de 2 metros de diámetro y 2 metros de altura).

COMO PREPARAR ABONO

Ahora que se comprende los conocimientos básicos acerca de la preparación del abono, vamos a ver más del proceso. Trataremos sobre varios métodos:

- * Pilas de abono: montones sobre la tierra y abajo de la tierra.

- * Abonando en cestos para huertos.

- * Abonando directamente y abonando con cubierta.

Los dos tipos de pilas: montones y hoyos

Montones: Los montones encima de la tierra funciona bien durante la estación húmeda a donde hay suficiente agua fácilmente disponible para regarlos periódicamente (vea la Figura 8-2).

Hoyos: Los hoyos que se encuentran por debajo del nivel del suelo reducen las pérdidas de agua por evaporación y están bien adaptados a la estación seca o a los lugares donde el agua es escasa. No se deben usar en donde la capa freática es baja pues pueden inundarse. Algunas otras guías:

- * Si se excavan 2 hoyos, uno al lado del otro, el abono se puede revolver (airear) trasladándolo de un hoyo al otro.
- * Con 3 hoyos, se pueden mantener 2 pilas y también airearlas (vea la Figura 8-1).
- * Los hoyos con lados empinados hacen más fácil revolver y quitar el abono.
- * Construir una estructura para sombra sobre el hoyo o cubrirlo con paja, hojas de palma, plástico, etc., contribuirá a reducir la pérdida de agua.
- * Necesidades de aireación de los hoyos: A los hoyos les suele faltar oxígeno más frecuentemente que a los montones y usualmente se tienen que revolver con más frecuencia, especialmente si tienen más de 75 cm de profundidad.

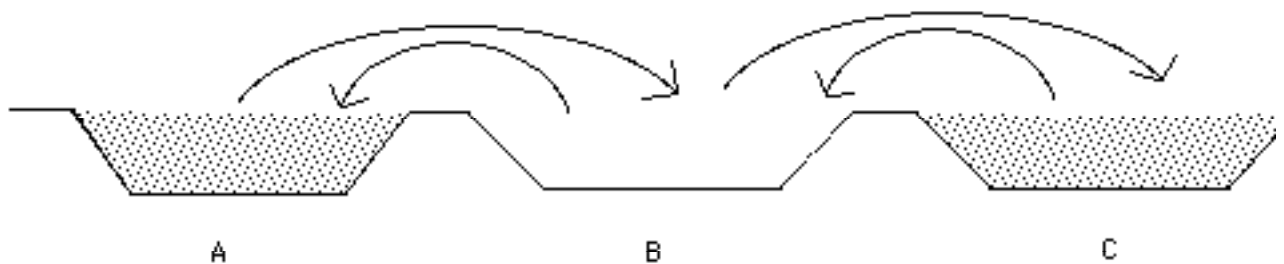


FIGURA 8-1: Preparando abono con el método de hoyos. Con 3 hoyos se pueden mantener 2 pilas separadas de abono y revolverlas trasladándolas alternativamente al hoyo B y luego a su hoyo original nuevamente.



FIGURA 8-2: Una pila sobre la tierra (montón)

Como Preparar y Mantener Pilas (Montones u Hoyos)

- * Un sitio especialmente bueno para una pila es abajo de un árbol de banana o de otra fruta. El árbol proporcionará sombra (para ambos el abono y los obreros) y también disfrutará de cualquier beneficio de los nutrientes filtrados si sale agua excesiva de la pila.
- * Al mezclar varias materias diferentes, es bueno añadir cada materia como una capa separada y tomar en cuenta las cantidades relativas usadas. Otro método es formar montones separados de las materias diferentes en las proporciones aproximadas requeridas y después combinar todo en una pila final.
- * Añadir agua (si es necesario) al construir la pila. La materia es lo bastante húmeda cuando deja una capa de humedad en la mano al exprimirse livianamente, (sin embargo, no debe ser tan húmedo como para que se puede quitar agua experimentando la materia. El agua en exceso puede causar la mala aireación o filtrarse por abajo, y llevarse los nutrientes del abono. El estiércol nuevo húmedo o la vegetación verde probablemente necesitarán poca o ninguna agua adicional.
- * Mezclar bien la pila para combinar las materias diferentes. Es importante mezclar bien las materias de poco N y de mucho N para proveer una buena proporción de carbono/nitrógeno a los hongos y bacterias. (Algunas referencias implican que las capas deben quedar intactas, pero esto no es correcto).
- * Evitar la sobre-compactación de la pila, pues reduce su aireación.
- * Para reducir la pérdida de agua de las pilas durante la estación seca, cubrirlas con una materia aisladora como tallos de maíz, paja o plástico (ver Figura 8-2).
- * Donde se usan montones durante periodos muy lluviosos, se puede evitar el exceso de agua preparándolos en forma cónica o cubriéndoles con tallos o plástico. (si se usa plástico, la pila puede necesitar ser mezclada más frecuentemente para asegurar la buena aireación).

- * Como revolver una pila: Trate de sacarla de "adentro para fuera" de manera que la capa exterior quede adentro y vice-versa. Esto ayudará a asegurar la muerte de las semillas de malezas y patógenos posibles al exponer todo el material a altas temperaturas en el interior de la pila.

Algunas Otras Guías Para las Pilas de Abono

¿Se necesita suelo?: Algunas referencias sugieren que se debe formar con tierra hasta una tercera parte de la pila para proporcionar los microbios necesarios. Sin embargo, investigaciones han mostrado que el estiércol o materia verde nueva proporcionará todos los microbios requeridos. También, el suelo añadiría mucho peso extra a la pila.

Un uso apropiado de suelo: En casos donde la pila contiene cantidades excesivas de materia con mucho N, el gas amoníaco (que contienen 82% N) será expedito. Si esto ocurre, se puede reducir la pérdida de N cubriendo la pila con 4 o 5 cm de suelo o mezclando suelo en la pila; dicho suelo ayudará a atrapar el gas amoníaco y convertido en amonio estable. Sin embargo, la adición de más materia de poco N a la pila como paja o aserrín sería igualmente eficaz.

Uso de cal o cenizas de madera: En el pasado se pensaba que estos ayudaba a acelerar el proceso de descomposición y a evitar que la pila fuera demasiado ácida. Ahora se sabe que muy raras veces se necesitan cal si no se usa materia ácida como las hojas de robles o pinos. Las cenizas de madera se deben usar solamene en cantidades pequeñas pues son bases muy fuertes y se puede aumentar demasiado el PH del suelo si se aplica mucho abono que contenga cenizas de madera. Un PH alto en la pila aumenta las pérdidas de nitrógeno y de gas de amoníaco durante el proceso de descomposición.

Uso del fertilizante N: Se puede añadir para reducir la proporción de C:N de las pilas con bajo N, que carecen de suficientes materias de abono orgánicas con alto N. Sin embargo, este es un uso muy caro del fertilizante químico y puede ser mejor buscar fuentes orgánicas o usar un proceso más lento de abono. Una dosis buena basta de fertilizantes N es el equivalente de 100 y 150 cc de urea (que contienen 45% de N) por metro cuadrado de la pila por 20 cm, de espesor (500 a 750 cc, de urea por metro cúbico).

Uso de "Iniciadores" de abono: A pesar de los reclamos propagandísticos, estos líquidos o polvos que contienen microbios y nutrientes han mostrado no tener valor significativo en las pilas bien preparadas. Sin embargo, investigaciones recientes en la India han mostrado resultados prometedores de la inoculación de pilas de abono de pajas de arroz (con muy poco N) con hongos y microbios que fija N; la paja así tratada se descompone 4 semanas más rápido y produce 3 veces más humus (probablemente debido al efecto conservador de carbono de los microbios que fijan N).

Componiendo Pilas de Abono Defectuosas

Falta de calentamiento: La causa más probable es insuficiente N o posiblemente insuficiente humedad en la pila. La falta de oxígeno probablemente no sería un problema, pues las pilas suelen contener por lo menos bastante aire para la acumulación inicial de calor si no están demasiado compactadas. La deficiencia de aire suele ser un problema más común en los hoyos de abono.

Olor a amonio: Es causado por tener demasiado N en la pila. Mezclar algunas materias de poco N como cáscaras de arroz o paja, o tratar de cubrir la pila con una capa de suelo húmedo para atrapar el gas amoniaco.

Malos olores: Indican condiciones anaeróbicas (la falta de aire). El remedio es aflojar la pila añadiendo materia ordinaria, gruesa y mezclándola cada día hasta que el olor desaparezca.

¿Cuándo Está el Abono Listo Para Usar?

No tiene que esperar hasta que el abono se haya descompuesto por completo en materia fina desmigajada. Está listo para usarse cuando llegue al estado medio podrido en que las materias ya no se pueden distinguir. El abono continuará descomponiéndose en el suelo.

Cómo Aplicar el Abono

El abono se aplica casi en la misma forma que el estiércol y las cantidades requeridas son semejantes. (Referirse a la sección anterior acerca del estiércol). También se puede usar el abono como cubierta para el suelo si es abundante. Al contrario del estiércol nuevo, el abono no pierde nitrógeno en la forma de gas amoniaco al dejarse sobre la superficie de la tierra. (Sin embargo, la materia abonada anaeróbicamente contiene aproximadamente la mitad de su N en la forma de amonio y así es susceptible a pérdidas de gas amoniaco si no se lo mezcla con el suelo). Como con el estiércol, cantidades muy grandes de abono pueden ser necesarias para proporcionar bastante P para los suelos deficientes de este nutriente. En tales suelos, puede ser mejor usar abono conjuntamente con un fertilizante químico como el superfosfato (vea el Capítulo 9).

ALGUNOS OTROS METODOS PARA ABONAR

Abonando en Cestos en los Almacigos de Vegetales

El abono en cestos lo usan actualmente los agricultores en las Filipinas, donde fue hecho popular por el Mindanao Baptist Rural Life Center. Con este método, la materia para abonar se mete en cestos medio enterrados directamente en los almacigos, donde se convierte en abono (vea la Figura 2-3). Siembras como la pimienta, el quingambo, tomates, calabazas y algunos tipos de porotos se plantan alrededor de los cestos. Todo el riego se realiza a través de los cestos,

para llevar los nutrientes al suelo y hacer que las raíces entren en los cestos. Donde es factible, el abono en cestos es más probable que sea usado antes que los otros métodos por varias razones:

- * Requiere menos trabajo, pues no se necesita mezclar las materias y se puede añadir nueva materia poco a poco.
- * En vez de tardar 2-4 meses, el abono empieza a ser útil para las plantas tan pronto como las materias empiecen a descomponerse en los cestos.

Este método anda mejor en huertas en áreas donde existen fuentes suficientes de estiércol o vegetación verde, pues tales materias se descomponen rápidamente. Se puede modificar este método para adecuarlo a las condiciones locales, pero he aquí algunas guías generales para hacer abono en cestos:

- * Los cestos sirven como envases para la materia de abono y deben tener por lo menos 30 cm de diámetro y 30 cm de altura. Colocar los cestos a más o menos 1 metro de distancia entre sí, en hoyos con aproximadamente la mitad de su altura enterrada. Si no hay cestos viejos no está disponibles, poner palos en un círculo y tejer hojas de palma, etc., alrededor de este esqueleto para formar un cesto.
- * Colocar las materias más descompuestas en el fondo de los cestos y la materia nueva encima de ellas, así las raíces de las plantas pueden usar más rápidamente los nutrientes y se puede plantar o transplantar inmediatamente alrededor de los cestos.
- * Si toda la materia es nueva, esperar 2-3 semanas antes de plantar o transplantar alrededor de los cestos para dar bastante tiempo a que ocurra alguna descomposición y liberación de nutrientes.
- * Aplicar todo el riego de la huerta a través de los mismos cestos para ayudar a trasladar los nutrientes al suelo y estimular a las raíces a crecer en la parte enterrada de los cestos.
- * Después de la cosecha, quitar los contenidos de los cestos y mezclarlos con el suelo circundante.



FIGURA 8-3: Abonando en cestos.

Abono / Cubiertas del Suelo

Algunas materias orgánicas como las hojas de leucaena o cáscaras de arroz sirven bien como cubiertas del suelo. Ellas se pueden poner encima del suelo y mezclarse eventualmente con él después de descomponerse. Si se usan solas, las materias con poco N, como las cáscaras de arroz y el aserrín, pueden causar una deficiencia temporaria de N al mezclarse con el suelo antes de descomponerse suficientemente, si no se proporciona N adicional.

Abono Directo (en Láminas)

No olvide que la materia orgánica nueva también se puede añadir directamente al suelo, donde eventualmente se convertirá en abono. Sin embargo, es posible que la adición de mucha vegetación nueva al suelo interfiera con la preparación y cultivo del almácigo. Añadir materia con poco N al suelo puede causar una deficiencia temporaria de N si no se proporciona una fuente adicional.

ESTIERCOL VERDE Y SIEMBRAS DE CUBIERTAS

Estiércol Verde vs Siembras de Cubierta

Estos términos frecuentemente se usan indistintamente, pero existen algunas diferencias.

Estiércol verde: Esta es una siembra para mejorar el suelo. En vez de cosechar, una siembra de estiércol verde se incorpora al suelo (se labra), usualmente mientras sea verde e inmadura, donde se descompone. La siembra se hace densamente, pues el propósito es producir la cantidad máxima posible de materia verde. El estiércol verde puede añadir mucha materia orgánica al suelo. Si la siembra es leguminosa, como el caupi, mucho nitrógeno se puede añadir también. Una siembra de estiércol verde también puede servir como siembra de cubierta durante su crecimiento protegiendo el suelo contra la erosión por el viento y la lluvia.

Siembra de cubierta: Esta es una siembra dénsamente cultivada principalmente para proteger el suelo entre los periodos de cultivo normales. Las siembras de cubierta también se pueden plantar entre los árboles de huertos. En algunos casos, también es posible plantar una siembra de cubierta entre las hileras de otra siembra en maduración como el maíz. Frecuentemente las siembras de cubierta son eventualmente convertidas en estiércol verde. Sin embargo, a diferencia del estiércol verde normal cuando la cosecha es usualmente convertida a los 40-90 días después de plantada, la siembra de cubierta con frecuencia tiene lugar en un período más largo debido a que su propósito principal es la protección del suelo. En verdad, una siembra de cubierta aún se puede cosechar eventualmente o cortar o forrajear regularmente durante varios meses.

Los Beneficios del Estiércol Verde y Siembras de Cubierta

- * El estiércol verde puede producir mucha materia orgánica valiosa en poco tiempo, frecuentemente con poco gasto y trabajo.
- * Si se usa una legumbre, el estiércol verde también puede añadir mucho N al suelo a través de su fijación.
- * Además, otros nutrientes se pueden "mobilizar" al ser absorbidos del suelo por el estiércol verde y liberados en una forma más disponible cuando se cambia la siembra. Sin embargo, al contrario del nitrógeno, no se añaden nutrientes nuevos al suelo.
- * A diferencia del abono y del estiércol común, el estiércol verde se adapta bien a áreas grandes, aunque se necesita un arado o mucho trabajo manual para labrar la siembra de estiércol verde.
- * Ambas prácticas protegen la tierra contra la erosión por viento y lluvia.
- * Sierven como "estanque" de almacenaje absorbiendo nutrientes y evitando que ellos salgan de la zona de raíces por filtraciones (un problema especialmente grave con N).
- * Suprimen el crecimiento de las malezas a través de la competición y sombra.
- * También pueden proporcionar forraje de buena calidad para ganado (especialmente si se usan legumbres como caupi o kidzu) o comida para personas.
- * Algunas siembras para cubiertas o estiércol verde se pueden inter-sembrar con cereales granos de cereales para ayudar a suprimir las malezas. (Más sobre ésto a continuación).
- * Dos siembras leguminosas de estiércol verde/cubierta, la Crotalaria spectabilis ("crotalaria vistosa" o "matraca"), e Indigofera hirsuta (indigo peludo) han probado ser eficaces para reducir las poblaciones de nematodos dañinos en el suelo que atacan las raíces de las siembras. (Note que las semillas de todos las especies de crotalaria y también has hojas de Crotalaria spectabilis y C. juncea son tóxicas para el ganado).

El Valor Fertilizante de Siembras de Estiércol Verde

Nitrógeno: Solamente los estiércoles verdes leguminosos añaden N nuevo al suelo y la cantidad añadida varía mucho con la especie, duración del crecimiento, contenido de N del suelo y otros factores:

- * La cantidad de N nuevo producido frecuentemente se sobre estima, pues no todo el N en una legumbre viene de su fijación. Una parte viene del suelo mismo. Las investigaciones han mostrado que la porción de N derivada de la fijación puede ser entre 30 y 80% y depende principalmente del contenido disponible (amonio y nitrato) del suelo. Cuanto más alto el nivel de N disponible (amonio y nitrato) en el suelo, menor N fijan las bacterias rhizobia (se ponen "perezosa") y menor N nuevo neto se añade al suelo.

- * Cuando crecidas como estiércol verde de corto plazo (40-50 días), las legumbres como el caupi y el poroto devolverán aproximadamente 40-60 Kg/ha de N. Cuando crecidas como estiércol verde de más largo plazo (90 días) las legumbres de forraje como el stilo y kudzu devuelven aproximadamente 100-200 kg/ha de N. En ambos casos, la cantidad neta de N añadido (debido a su fijación) será aproximadamente la mitad de estas cantidades. Esto significa que N adicional puede ser necesario en algunos casos para lograr rendimientos de moderados a altos de una siembra no leguminosa que sigue un estiércol verde leguminoso.
- * Las investigaciones en zonas templadas han demostrado que aproximadamente la mitad del N de una legumbre se torna disponible a las siembras siguientes durante el primer año, pero esta cantidad probablemente sería mucho más alta en los trópicos, dada la descomposición más rápida de la materia orgánica a temperaturas más altas.

Otros nutrientes: Aunque el estiércol verde leguminoso puede añadir mucho N nuevo al suelo, es importante reconocer que ni el estiércol verde leguminoso ni el no- leguminoso añade cantidades nuevas de los otros nutrientes al labrarse "in situ", pues estos nutrientes vienen del suelo mismo. Sin embargo, si las siembras de estiércol verde se cortan y se llevan a otros lugares, ellas enriquecerán la tierra con nutrientes trasladados, especialmente si se concentran en un área menor.

¿Son Estiércol Verde y las Siembras de Cubierta Factibles Para Agricultores Pequeños del Tercer Mundo?

A pesar de las ventajas aparentes del estiércol verde y de las siembras de cubiertas, no siempre son factibles para los agricultores de pequeña escala en el Tercer Mundo. Comparado con Norteamérica y Europa, se ha realizado mucho menos investigación y experimentos con este tema en la mayoría de los países en vías de desarrollo. La selección de siembras y estaciones puede ser muy específica con relación a la ubicación. Algunos puntos más para tomar en cuenta:

- * El estiércol verde y las siembras de cubierta suelen encajar mejor con los sistemas agrícolas de los trópicos húmedos donde la estación de crecimiento dura todo el año. En los trópicos mojados-secos o semi-áridos con estaciones secas largas, el programa de cultivo suele ser muy preciso. Los agricultores pueden no estar en condiciones de incluir siembras de estiércol verde o de cubierta y todavía tener tiempo suficiente para el cultivo normal. Aun cuando haya riego disponible, suele ser más económico usarlo para siembras rentables.

NOTA: Una oportunidad buena para el estiércol verde se da durante la estación mojada en huertas de la estación seca, las cuales no suelen cultivarse durante los meses lluviosos.

- * En áreas más secas, se puede gastar severamente la humedad del suelo necesaria para la siguiente siembra de renta o de consumo familiar.

- * Bajo condiciones tropicales, el aumento de humus en el suelo debido a la labranza de una siembra de estiércol verde puede tener poca duración, pues la materia orgánica se descompone mucho más rápidamente con las temperaturas altas. Por otra parte, esto significa que el N del estiércol verde estará disponible más rápidamente.
- * Labrar una siembra no leguminosa a veces puede causar una deficiencia temporaria de N, P, o azufre, especialmente si se realiza en una etapa avanzada de crecimiento cuando la proporción de carbono a nitrógeno aumenta. La vegetación leguminosa suele contener dos veces más N que la no leguminosa (especialmente en las etapas avanzadas de su crecimiento) y se descompone rápidamente, para liberar estos nutrientes. (Vea el Capítulo 6 para explicación de tales deficiencias).

USANDO ESTIERCOL VERDE Y SIEMBRAS DE CUBIERTA

Para la información más relevante a su área específica, se debe preguntar al servicio local de Extensión Agrícola. Si hay una estación agrícola experimental en su zona agro-climática, valdría la pena visitarla para saber cuáles investigaciones se están realizando en este campo. A continuación algunas guías generales:

Eligiendo una Siembra de Cubierta o de Estiércol Verde: Algunas siembras comunes de estiércol verde y de cubierta en áreas templadas son las arvejas de invierno, trébol rosado, poroto ancho (poroto fava), arveja de invierno, avena, trigo de invierno y centeno anual. Sin embargo, no están adaptadas a las condiciones tropicales. Pasto de Sudán, pasto-sorgo de Sudán y mijo de perlas son algunas siembras no leguminosas que se adaptan bien a los trópicos y a la producción de verano en las zonas templadas. Algunas siembras leguminosas de estiércol verde y de cubierta están listadas en la Tabla 8-5 y se describen más detalladamente en el Apéndice F.

Legumbres vs no legumbres: Los agricultores prefieren usar legumbres para el estiércol verde, pues ellas pueden añadir mucho N al suelo. Además, existe poca probabilidad de causar una deficiencia temporaria de N, P o azufre, como puede a veces ocurrir al usar una siembra no leguminosa, especialmente en una etapa avanzada de crecimiento. Sin embargo, cuando se necesita una siembra de cubierta de largo plazo, pastos o mezclas de pastos y legumbres pueden ser muy apropiados.

Usando Malezas: En algunos casos, puede ser ventajoso en términos de costo de semillas, adaptación y disponibilidad, usar malezas naturales como estiércol verde, especialmente las legumbres. En verdad, algunas de las legumbres en la tabla 8-5, como crotalaria y maleza de café, también son malezas. Sin embargo, es necesario usar mucho cuidado para elegir y manejar tales plantas para evitar su conversión a plagas verdaderas. No se deben usar especies que se reproducen con raíces difíciles de matar y nunca permita a las siembras formar semillas. (En verdad, muchas malezas son capaces de continuar la maduración de sus semillas, aún cuando se cortan en la etapa en que tienen las semillas inmaduras).

A continuación se presentan algunos otros criterios importantes a considerar en la selección de una siembra de estiércol verde o de cubierta:

- * Adaptación al área en términos de clima, suelo, insectos, enfermedades y nematodos.
- * Debe requerir relativamente poco gasto, trabajo y conocimiento para establecer y mantener. Recuerde que las siembras de estiércol verde y de cubierta se cultivan densamente, lo que requiere muchas semillas por unidad de área. Dada sus semillas grandes y su uso como siembras de alimento, los pulsos (legumbres con granos comestibles, como el caupi) pueden ser demasiado caros o escasos para ser usados como mejoradores del suelo (pues se necesitan 60-120 Kg/ha de semillas). Las legumbres no comestibles, con semillas pequeñas (como la crotalaria y la centrosema) tienen más semillas por kilogramo y así se requieren menos cantidad (aproximadamente 4-20 Kg/ha); el precio por kilo de tales semillas puede ser más bajo también.
- * Crecimiento rápido, especialmente en el caso del estiércol verde de corto plazo, que se cultiva entre siembras, o donde se necesita protección rápida contra la erosión.
- * Facilidad para erradicar, en el caso del uso de corto plazo. Algunos pastos perennes (por ejemplo, pasto de bermuda, pasto para y kikuyu) se reproducen por sus raíces y pueden ser invasores y difíciles de erradicar. Algunas legumbres tropicales perennes como la centrosoma son vigorosas de enredadera, y se adaptan mejor para el uso a largo plazo.

Vea la Tabla 8-5 en la siguiente página.

TABLA 8-5
ALGUNAS LEGUMBRES PARA ESTIERCOL VERDE O SIEMBRAS DE CUBIERTA EN
 REGIONES TROPICALES Y SUBTROPICALES

(Vea el Apéndice F para una descripción de cada legumbre y su adaptación).

I. Legumbres de Crecimiento Rápido Para Uso de Corto Plazo (40-80 días)

<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombres Comunes</u>
<u>Glycine max</u>	Soja
<u>Phaseolus aureus</u>	Poroto "mung", gramino verde
<u>Phaseolus acutifolius</u>	Poroto tepary
<u>Sesbania exaltata (S. macrocarpa)</u>	Sesbania, maleza de café
<u>Vigna unguiculata (V. sinensis)</u>	Caupi

II. Arbustos o Enredaderas Leguminosos, más Adecuadas Para Uso a Largo Plazo (90 días o más)

<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombres Comunes</u>
<u>Calopogonium mucunoides</u>	Calopo
<u>Canavalia ensiformis</u>	Poroto Jack
<u>Canavalia gradiata</u>	Poroto de espada
<u>Centrosema pubescens</u>	Centrosema, centro
<u>Clitoria ternatea</u>	Arveja de mariposa
<u>Crotalaria spectabilis</u>	Crotalaria vistosa
<u>Desmodium uncinatum</u>	Desmodium de hoja plateada
<u>Desmodium intortum</u>	Desmodium de hoja verde
<u>Dolichos lablab</u>	Poroto jacinto, poroto lablab
<u>Indigofera hirsuta</u>	Indigo peludo
<u>Phaseolus atropurpureus</u>	Poroto fasi
<u>Pueraria phaseoloides</u>	Kudzu tropical, puero
<u>Stizolobium espp.(Mucuna espp)</u>	Poroto de terciopelo
<u>Stylosanthes gracilis (guyanensis)</u>	Stilo
<u>Stylosanthes humilis</u>	Stilo townsville

III. Arboles y Arbustois Leguminosos Para Estiércol Verde de Cortar y Llevar

<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombres Comunes</u>
<u>Cajanus cajan</u>	Arveja de paloma
<u>Calliandra calothyrsus</u>	Callandra
<u>Gliricida sepium</u>	Madre de cacao
<u>Leucaena leucocephala</u>	Leucaena, Ipil-ipil
<u>Mimosa scabrella</u>	Bracatinga
<u>Sesbania bispinosa</u>	Sesbania espinosa

<u>Sesbania sesban</u>	Sesban
<u>Sesbania grandiflora</u>	Sesbania

Fertilizando las Siembras de Estiércol Verde: Las siembras leguminosas de estiércol verde no deben requerir nitrógeno si el tipo correcto de bacteria rhizobia está presente o agregado, inoculando la semilla (vea el Capítulo 10 bajo "pulsos"). Sin embargo, las legumbres frecuentemente se benefician por aplicaciones de P y K en suelos de baja fertilidad. En suelos con poco P o con alta capacidad para fijarlo, puede ser aconsejable cultivar el estiércol verde en hileras para que se pueda aplicar el fertilizante de P en franjas, así minimizando su fijación.

Cuándo Labrar Estiércol Verde

Si el propósito es producir la cantidad máxima de materia orgánica (o de N) en el tiempo mínimo, es mejor labrar los anuales de crecimiento rápido, como el caupi, después de aproximadamente 40-50 días de la siembra; esto usualmente corresponde a la etapa de florecimiento en tales legumbres. Esperar más tiempo produce más nitrógeno agregado, extra verde pero poca materia, pues la energía de la siembra se usa para formar semillas. Sin embargo, puede ser ventajoso continuar su crecimiento para propósitos de siembra de cubierta. Las perennes como el kudzu tropical, stilo y centrosoma crecen más lentamente y suelen requerir 90 días o más para producir vegetación suficiente.

Evitando Problemas de Toxicidad: Para evitar daños posibles a plántones por los productos tóxicos de la descomposición, las siembras de estiércol verde se deben labrar por lo menos 2-3 semanas antes de cultivar la próxima siembra.

¿Qué hay Sobre la Cosecha de Semillas?: Si una legumbre como caupi o poroto se deja crecer hasta la madurez para cosechar sus semillas (durante la etapa de semillas secas y duras), mucho menos N se añadirá al suelo al labrar los residuos de la siembra. Esto es porque aproximadamente 75% del N (y también 75% del P y 60% del K) en las plantas, eventualmente va a las mismas semillas maduras. Otra consideración es que las siembras de estiércol verde se suelen cultivar densamente, lo que desalienta los buenos rendimientos de granos.

¿Qué hay Sobre el Cultivo de Legumbres Entre no Legumbres Para Proporcionarles Nitrógeno?: Cuando una legumbre como el poroto se cultiva entre hileras de maíz (para cosechar ambos), muy poco N de la legumbre se transfiere a la no legumbre por dos razones. Primero, la mayoría del N fijado por la legumbre termina en las semillas. Segundo, muy poco N se escruta al suelo por las raíces o nódulos leguminosos durante su crecimiento, aunque existen 2 excepciones importantes:

- * De los granos leguminosos, los porotos "mung" (*Phaseoloides aureus*) tienen la capacidad poco común de excretar cantidades sinificantes de N (hasta 40-50 Kg/hs) en el suelo durante su crecimiento. Dicho N puede ser utilizado por una siembra compañera.
- * La mayoría de las legumbres de forraje (como trébol, siratro, y stilo) excretan bastante N para satisfacer las necesidades de los pastos de forraje con que a menudo se cultivan en combinación.

El Método Cortar-y-Llevar de Estiércol Verde

Los árboles y arbustos leguminosos, como la leucaena y la gliricidia, se pueden usar como estiércol verde cortando regularmente sus ramas y levantándolas a una siembra adyacente (en el caso del cultivo en pasadizo) o a otro terreno donde sue puede usar como cubierta del suelo o mezclado con el suelo. Las hojas de la leucaena contienen 0,5-1,0% nitrógeno en una base de peso fresco. Se estima que 400-600 kg de N por año puede ser proveido por el follaje de una hectarea de leucaena recortada a 1 metro de altura cada 3 meses. (Recordar sin embargo, que no todo este N se deriva de la fijación. El peso verde del follaje cosechado sería de aproximadamente 40.000-80.000 Kg/ha. El método de cortar-y-llevar requiere mucho trabajo y hay que cuidar de devolver al suelo sus nutrientes (además del N) por la siembra de estiércol verde.

Algunos Ejemplos de Exitos con Estiércol Verde y Siembras de Cubierta en los Trópicos

- * El Programa Nacional de Maíz (PNM) en Zaire ha usado 2 legumbres, y crotalaria (que es tóxica para el ganado) y soja, como siembras de estiércol verde/cubierta del suelo. En este caso, la crotalaria ha mostrado ser mejor que la soja en términos de producción de N y ha proporcionado todo el N requerido para rendiciones altas de maíz. Un problema es que la mayoría de las legumbres no crecen bien en los suelos con poco fósforo como los de zaire (común el los trópicos) sin adiciones de P en forma de fertilizante.
- * En partes del Sud Este de Asia el uso de estiércol verde leguminoso entre siembras de arroz es común. En una prueba en las Filipinas, los rendimientos de arroz fueron más del doble (3600 Kg/ha vs1500 Kg/ha) al usar cualquiera de las siguientes siembras de estiércol verde: caupi o poroto "mung" labrado 45 días despues de plantarse; stilo o kidzu tropical labrado 90 días después de plantarse.

CUBIERTAS DEL SUELO

Cubrir el suelo con una capa de materia orgánica (o con papel diario o plástico) puede tener muchos efectos beneficiosos.

- * Reduce las pérdidas de agua del suelo debidas a la evaporación desde la superficie.
- * Suprime las malezas. (Sin embargo, las malezas perennes pueden crecer mediante las cubiertas, aun siendo éstas de plásticos).
- * Protege el suelo contra la erosión por lluvia y viento.
- * Modifica la temperatura del suelo (vea más abajo).
- * Evitar el contacto con el suelo de hortalizas como tomate y pepino, así reduciendo su descomposición.
- * Alenta la presencia de las lombrices de la tierra (vea la próxima sección).
- * Las cubiertas "orgánicas" como el heno añaden humus al suelo al descomponerse.
- * Puede usarse entre la plantación y el brote de los plantones para mantener húmedo el suelo y evitar la pérdida de semillas por el desague. (Vea el Capítulo 4 sobre la preparación de los almácigos).

Bajo algunas condiciones, cubrir el suelo puede tener desventajas:

- * Las cubiertas orgánicas pueden atraer pestes como grillos, hormigas, babosas, caracoles y aun termitas.
- * En áreas más frías, las cubiertas orgánicas pueden mantener el suelo demasiado frío para el buen crecimiento de verduras de la estación calida como quingumbo, berenjena y la familia de la calabaza.
- * En regiones calidas, las cubiertas de plástico pueden sobre-calentar el suelo, especialmente al usar plásticos transparentes.
- * En áreas húmedas, las cubiertas orgánicas pueden podrir el tallo o vástago. Sin embargo, a una distancia de 7-10 cm de los tallos será útil.
- * Las cubiertas que contienen poco N como aserrín y cáscaras de arroz pueden causar una deficiencia temporaria de N si se mezclan con el suelo antes de descomponerse suficientemente. Aunque la Universidad de Hawaii recomienda añadir 350 cc de urea (45-0-0) por cada 100 litros de aserrín, esto no debe ser necesario si se mantiene la cubierta de aserrín sobre la superficie del suelo.

El Efecto de las Cubiertas Sobre la Temperatura del Suelo

- * Las cubiertas orgánicas como pasto ayudan a enfriar el suelo, y suelen reducir las variaciones de su temperatura; esto puede ser útil para las siembras de la estación fría como lechuga y repollo al cultivarse en climas demasiados calurosos.
- * Por otro lado, las cubiertas plásticas calientan el suelo si son de colores oscuros o transparentes. El plástico transparente puede aumentar la temperatura de los 10-12 cm superiores del suelo en tanto como 10-12 grados C , y el negro en 3-6 grados. Este aumento puede ser ventajoso para siembras de la estación caliente, como berenjena y calabaza, cuando se cultiban en climas demasiados fríos, pero puede causar temperaturas altas dañosas en los tiempos calurosos si no se proporciona suficiente sombra al follaje de la siembra). También se puede cubrir el plástico con materia orgánica durante la estación calurosa).

El plástico blanco o reflejable enfriará el suelo y reducirá las fluctuaciones de su temperatura en 3-6°C (5-10° F).

CUANDO Y COMO CUBRIR EL SUELO

Situaciones en que Cubrir el Suelo Puede Ser Beneficioso

Como se explicó arriba, cubrir el suelo puede ser beneficiosos tanto en las áreas húmedas como en las secas. En verdad, la Escuela Agrícola PATS en Ponape, Micronesia exitosamente unas cubiertas sobre almácigos levantados en suelos arcillosos bajo precipitación anual de 4500 mm, (190"). (Se usan anzuelos para manejar las babosas atraídas por la cubierta). Igualmente, las huertas de hortalizas de la estación seca en áreas como el Sahel se benefician amenudo con cubiertas del suelo. La cubierta se puede usar también en mayor escala para siembras. En pruebas realizadas por IITA (International Institute of Tropical Agricultura) en Nigeria, cubrir el suelo aumentó los rendimiento de maíz en 23-45 por ciento y redujo mucho el trabajo necesario para limpiar las malezas que causan 50-70 por ciento del trabajo en aquella región. (En este caso, la cubierta consistía de residuos de siembras y malezas matadas con herbicidas). Los rendimiento de coco en los atolones del Pacífico han aumentado de 100-200 % usando malezas cortadas como cubiertas del suelo en vez de quemarlas, aunque esto ocasiona más trabajo.

Cómo Usar y Aplicar Cubiertas del Suelo

Cubiertas Pre-brotadas: Aplicar al suelo una cubierta pre-brotada después de plantar ayuda a mantener su humedad, así mejorando la germinación de las semillas y evitando su pérdida por causa de la lluvia o del riego excesivo; también puede reducir los problemas con las costras del suelo que afectan la brotación de los plantones. La paja o el papel de diario también son buenos, pero hay que sacarlos tan pronto como brotan las semillas, sino, las plantitas rápidamente quedan débiles y flacas debido a la falta de luz del sol. Sin embargo, en algunos casos las

cubiertas de pre-brotación atraen insectos dañosos y aún termites. También se puede probar una cubierta "permeable" de materia fina y liviana como aserrín o cáscaras de arroz, que no es necesario retirar.

Cubiertas Post-brotación: Se puede cubrir el suelo justamente después de la emergencia de la siembra. Donde existen problemas con babosas y grillos, es beneficioso mantener la cubierta a 7-10 cm de ayuda a evitar problemas de pudrición de los tallos, por la humedad alta. La materia fina como las cáscaras de arroz se puede aplicar en una capa de aproximadamente 4-6 cm, de espesor (también puede ser más). Materia más rústica como la paja se necesita aplicar con por lo menos 8-10 cm de espesor, para que no deje pasar el sol que alimenta la evaporación y las malezas. Una cubierta de 2-4 hojas de papel de diario está bien, pero hay que sujarlas con tierra o piedras. Las cubiertas de plásticos pueden ser tan delgadas como de 1 mm, especialmente si son de plástico abullonado, que es más fuerte y flexible que el tipo liso.

LOMBRICES DE LA TIERRA

Como Ayudan al Suelo

- * Ajusta el PH del suelo si es necesario. Las lombrices prefieren suelos no muy ácidos (bajo PH 5,5).
- * Añade mucha materia orgánica.
- * Cubre el suelo y ayuda a mantenerlo húmedo y añadirle materia orgánica.
- * Es muy importante el buen drenaje del suelo.
- * Cantidades excesivas de fertilizantes químicos disminuyen la presencia de lombrices debido a la acumulación de sales; sin embargo, no hay evidencia que indique que los niveles razonables son dañosos.
- * Algunas insecticidas y herbicidas que se aplican al suelo son tóxicos a las lombrices de la tierra.

Uso de Lombrices de la Tierra Para Formar Abono

Bajo condiciones buenas, las lombrices de la tierra consumen y digieren casi cualquier materia orgánica no tóxica, como estiércol, residuos de siembras, desperdicios de cocina y aun papel y cartulina. El producto final esencialmente es abono. Un método para formar abono usando lombrices es criarlas en lechos rodeados con madera de aproximadamente 30 cm de profundidad o en hoyos poco profundos (que contienen piedritas en el fondo para mejorar el desagüe) y llenados con materia orgánica. La mayoría de los estiércoles frescos se deben dejar descomponer para evitar el calor excesivo. Se necesitarán uno o dos meses para que las

lombrices descompongan la materia. Siempre mantenga los lechos húmedos, pero no demasiado. Mezclar la materia a veces puede ser necesario para evitar que se vuelva demasiado compacta.

Las lombrices de la tierra pueden formar abono del estiércol de conejo abajo de sus jaulas, usando envases y hoyos poco profundos. Una mezcla inicial de 1/2 estiércol y 1/2 abono fino dá un comienzo bueno. Un poco de cal puede ser necesario para neutralizar la acidez inicial del estiércol.

Lombrices de la Tierra Como Alimento: Son muy ricas en términos de proteínas (aproximadamente 70% del peso seco) y se han usado como alimento de aves con mucho éxito.

CAPITULO 9

USO DE FERTILIZANTES QUIMICOS

Este Capítulo dará un extenso conocimiento básico del uso de los fertilizantes químicos. Tratará de los siguientes temas:

- * Tipos y características de los fertilizantes químicos.
- * Interpretación de las etiquetas de los fertilizantes.
- * Los fertilizantes y sus Efectos Sobre el PH del Suelo.
- * Guías de Aplicación y Oportunidad.
- * Cómo Evitar "Quemaduras" por Fertilizantes
- * Guías de Dosis de Fertilizantes.
- * Componiendo Prácticas Defectuosas del Uso de Fertilizantes.
- * El fertilizante Como Una Parte del Manejo Integrado de la Siembra.
- * Guías de Extensión Para el Uso de Fertilizantes Químicos.
- * Adiestramiento Matemática Para el Uso de Fertilizantes.

¿QUE SON LOS FERTILIZANTES QUIMICOS?

Al contrario de los fertilizantes orgánicos que se originan en plantas o animales (abono, estiércol, etc) o son minerales no procesados como la piedra fosfata, los fertilizantes químicos se derivan de un proceso químico de formación o síntesis. Algunos ejemplos son fertilizantes de urea (45-46% N), formado de dióxido de carbono y amoníaco o superfosfato simple (18-21% P₂O₅), hecho de la combinación de piedra fosfata y ácido sulfúrico.

¿SON LOS FERTILIZANTES QUIMICOS APROPIADOS PARA AGRICULTORES CON RECURSOS LIMITADOS?

Hemos tratado este tema en detalle al comienzo del Capítulo 8, donde se destacaron las ventajas generales de los fertilizantes orgánicos. Se aconsejó animar a los agricultores a maximizar el uso práctico de los fertilizantes orgánicos cuando fuera factible. Por otro lado,

también se explicó que muchos agricultores pueden tener insuficientes cantidades para tratar todos sus sembradíos. En tales casos, los fertilizantes químicos frecuentemente son muy económicos si el agricultor dispone de capital o de crédito. No es raro recibir una ganancia de \$3-\$10 por cada \$1 invertido en los fertilizantes químicos, especialmente al usarlo con otras prácticas complementarias de manejo. Sin embargo, los fertilizantes químicos requieren más destreza para usarlos bien que los orgánicos en términos de determinar dosis, calcular cantidad, tiempo y colocación.

INTRODUCCION A LOS FERTILIZANTES QUIMICOS

CONTENIDO NUTRITIVO

Los fertilizantes químicos contienen uno o más de los "3 grandes" (N, P y K) junto con cantidades variables de calcio y azufre. Ellos no suelen contener magnesio ni micronutrientes si no son añadidos especialmente. (Los micronutrientes suelen aplicarse como fertilizantes separados cuando son necesarios).

El mito del fertilizante "completo": Los fertilizantes como sulfato de amonio (21% N), que contienen solamente uno de los 3 grandes se llaman fertilizantes derechos. Otros como fosfato di-amonio (18-46-0) contienen 2 de los 3 grandes. Los como el 12-24-12, que contienen N, P y K, suelen llamarse fertilizantes completos, pero este nombre es engañoso, pues que pocos de ellos contienen todos los 12 nutrientes minerales de las plantas. Sin embargo, algunos tipos pueden contener cantidades significativas de uno o más de los nutrientes secundarios y micronutrientes, por ésto debe leerse la etiqueta.

Algunos fertilizantes NP o NPK son solamente mezclas de 2 o más fertilizantes. Otros son verdaderos compuestos químicos en que cada partícula tienen el mismo contenido de nutrientes.

El color como un indicio probable de nutrientes: El color de los granos de un fertilizante frecuentemente sirve como una señal de su composición general. Los granos grises suelen señalar fertilizantes de NP, NPK, o P solo. Los granos blancos suelen señalar un fertilizantes de N solo, como urea, nitrato de amonio, o sulfato de amonio. Sin embargo, el sulfato de potasio (0-0-50) y la mayoría de las formas de cloruro de potasio (0-0-60) también son blancos; algunas formas de cloruro de potasio son rojizas debido a impurezas.

FORMAS FISICAS

- * La mayoría viene como gránulos para su aplicación al suelo. Algunos fertilizantes granulares con el nitrato de amonio y la urea también se disuelve fácilmente en el agua y se pueden rociar en el follaje de las plantas en una solución muy diluída o regar al suelo.
- * Las fórmulas líquidas se venden en algunas áreas. Algunas se pueden usar para aplicaciones al suelo como los granulos. Otras contienen amoníaco, N, P y K y micronutrientes y se destinan a rociar las hojas de las plantas (aplicación foliácea); estas formas suelen ser más caras en relación con su contenido de nutrientes.
- * Polvos solubles que contienen NPK y/o micronutrientes también se venden en su áreas y se destinan a la aplicación foliácea.

COMO LEER LA ETIQUETA DE UN FERTILIZANTE

Todos los fertilizantes químicos comerciales respetables tienen etiquetas que dan su contenido de nutrientes, especificando no solamente el contenido de NPK, sino también, las cantidades de nutrientes secundarios y micronutrientes.

El Sistema Tri-numeral de Etiquetas

Con pocas excepciones (notablemente los fertilizantes fabricados en Sud Africa), la mayoría de los países usan un sistema universal tri-numeral para las etiquetas de los fertilizantes que señalan el contenido de N, P y K, en ese orden, usualmente en términos de N, P₂O₅ y K₂O. Estos números se refieren al porcentajes. Por ejemplo, un fertilizante 12-24-12 contiene 12% de N, 24% P₂O₅, y 12% K₂O; 200 kg de 0-21-0 contiene 21% de P₂O₅, pero no N o K.

N-P₂O₅-K₂O vs N-P-K

El sistema N-P₂O₅-K₂O de las etiquetas es tradicional y viene del siglo 19 cuando los primeros fertilizantes químicos aparecieron. Los contenidos de P y K se analizaron quemando (oxidando) el fertilizante y midiendo los P₂O₅ (llamado ácido fosfórico o pentóxido de fósforo) y K₂O (potasa u óxido de potasio) que se forman. El sistema N-P₂O₅-K₂O se llama el sistema óxido de etiquetas.

En los últimos años, algunos países han cambiado la fórmula elemental (N, P y K sólo) para las etiquetas y recomendaciones de nutrientes; en algunos casos, la etiqueta dará la fórmula del fertilizante en ambas formas (óxido y elemental). Note que el contenido de N se da en términos de N verdadero en ambos sistemas.

No se deje confundir por ésto. Verdaderamente hace poca diferencia si el contenido de NPK del fertilizante se da en la forma del óxido o elemental dado que la etiqueta del fertilizante y las recomendaciones del Servicio de Extensión Agrícola usan el mismo sistema. El contenido verdadero de nutrientes en un fertilizante es igual si se mide en la forma óxida o elemental, tal

como la distancia entre su ciudad y capital del país es la misma si se mide en kilómetros o en millas. Igualmente, el contenido de sodio de un pepino es igual si se mide como sodio puro o como cloruro de sodio.

NOTA: En este manual se usará el sistema N-P₂O₅-K₂O, pues que todavía es el más común. Los términos "P" y "K" se usarán frecuentemente como formas cortas de fósforo y potasio sin relación con el sistema de etiquetas.

Cuando la diferencia importa: En algunos países, como los EE.UU., se usan ambos sistemas. En este caso usted necesitará hacer un doble control y asegurar que la cantidad de fósforo o de potasio que figura en la etiqueta o la recomendación es en la forma óxida o elemental. Esto afecta la cantidad de fertilizantes requerida, especialmente en el caso del fósforo. Las siguientes son las fórmulas para convertir entre los dos sistemas:

$$\begin{aligned} P \times 2,3 &= P_2O_5 & P_2O_5 \times 0,44 &= P \\ K \times 1,2 &= K_2O & K_2O \times 0,83 &= K \end{aligned}$$

Los siguientes son dos problemas prácticos para clarificar cualquier confusión:

PROBLEMA 1: Suponga que los resultados de la prueba de un suelo recomiendan una aplicación de fósforo en cantidades de 30 Kg de P verdadero (elemental) por hectárea. Si el contenido de fósforo del fertilizante se da en el sistema óxido (P₂O₅), ¿cuánto P₂O₅ se necesita para dar 30 kg de P verdadero?

SOLUCION: Si P₂O₅ = 2,3 x P, se multiplicar los 30 kg de P por 2,3 para convertirlo a P₂O₅. La solución es 69 kg de P₂O₅.

PROBLEMA 2: Suponga que en su país se usa el sistema elemental de etiquetar fertilizantes. Se encuentra un fertilizante con la fórmula 15-6,6-12,5 (base N, P y K). ¿cuál sería la fórmula en términos de N-P₂O₅-K₂O?

SOLUCION: 6,6% P x 2,3 = 15% P₂O₅

$$12,5 \% K \times 1,2 = 15\% K_2O$$

Entonces: La fórmula N-P-K de 15-6,6-12,5 es igual a 15-15-15 basado en N-P₂O₅-K₂O.

¿Por qué los 3 Número Sumados no Igualan a 100?

Si lee la tabla de las composiciones de los fertilizantes en el apéndice D, notará que los porcentajes de N, P₂O₅, y K₂O ni siquiera se acercan a totalizar 100. La razón principal para

eso es que N, P y K tienen que estar combinados con transportadas como azufre, calcio, oxígeno e hidrógeno para ser estables y usables.

EJEMPLOS: Nitrato de amonio (33-0-0) tiene la fórmula química NH_4NO_3 . Así contienen 33% N con el otro 67% siendo hidrógeno y oxígeno. El superfosfato simple (0-21-0) tiene la fórmula $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4$. Además de contener 21% de fósforo (P_2O_5 base), tiene calcio, hidrógeno, sulfuro y oxígeno.

Otra razón para que los 3 números no se sumen a 100 es que a algunos fertilizantes se les añade rellenos como arena para dar fórmulas con números redondos. Adicionalmente, a veces se añade acondicionadores para mejorar sus cualidades de manejo.

Otro Término Util: Proporción de Fertilizantes

La proporción del fertilizante es la proporción entre los 3 números de la fórmula de un fertilizante y da las cantidades relativas de N, P_2O_5 y K_2O (o de N, P y K si se usa el sistema elemental) del fertilizante. Algunos ejemplos:

<u>Fórmula del fertilizante</u>	<u>Proporción del Fertilizante</u>
10-20-10	1:2:1
12-24-12	1:2:1
6-12-6	1:2:1
15-15-15	1:1:1
10-10-10	1:1:1
10-30-10	1:3:1

Entender la proporción de fertilizante es muy útil para equiparar el tipo de fertilizante con el de sugerencia dada. Por ejemplo, si los resultados de la prueba del suelo recomiendan una aplicación de 30 kg de N, 60 kg de P_2O_5 , y 30 kg de K_2O por hectárea al tiempo de plantar, ésta es una proporción de 1:2:1. Así, cualquier fertilizante con la proporción 1:2:1 se podría usar para dar los 3 nutrientes en la proporción y cantidad correcta. (Por ejemplo, 300 kg de 10-20-10 a 250 kg de 12-24-12).

NOTA: El apéndice D da el contenido de nutrientes de los fertilizantes químicos comunes.

FERTILIZANTES DE NITROGENO

Casi todos los fertilizante químicos de nitrógeno contienen o amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-) de nitrógeno. La forma de nitrato actúa más rápidamente pues que es inmediatamente

móvil (filtrable) y llega más rápidamente a las raíces al aplicarse a una siembra ya en crecimiento. Pero, se tiene que recordar que rápidamente se convierte el amonio en nitrato móvil en los suelos calientes (se convierte completamente dentro de 7-10 días).

Fertilizantes de N y el PH del suelo: La mayoría de los fertilizantes de N que contienen amonio gradualmente aumentan la acidez del suelo; se tratará de eso luego en este Capítulo.

Pérdida de N a través de su volatilización: Todo los fertilizantes con amonio liberarán gas amoniaco al aplicarse a suelos con PH superiores a 7,0. Si se aplican a la superficie del suelo, cantidades grandes se pueden perder en la atmósfera. Los fertiliantes de urea liberan gas amoniaco a cualquier PH. Se pueden evitar tales pérdidas colocando tales fertilizantes a pocos centímetros de profundidad.

Fertilizantes Comunes de Nitrógeno

Nitrato de Amonio (33-34% N)

- * Contienen la mitad de N en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio, así actua más rápidamente que los fertilizantes de amonio solo.
- * Absorbe humedad y se vuelve lodoso cuando ésta es alta; deben mentenerse bien cerradas las bosas.
- * Puede ser explosivo al mezcalrse con aceite. Libera oxígeno al exponerse al fuego, que alienta la combustión.

Nitrato de Amonio con Cal (26% N)

- * Igual que arriba pero se cubre con piedra caliza dolomitica para neutralizar las tendencias del nitrato de amonio común a formar ácidos y así reducir la absorbsión de humedad.

Sulfato de Amonio (20-21% N)

- * Además de N, contiene 23% sulfuro (o 69% sulfato).
- * Tiene buenas caraterísticas para el manejo y almacenage.

Urea (45-46% N)

- * La forma sólida más fuerte de N.
- * Inicialmente, su N es en la forma de amida (NH_2), pero se convierte en amonio en suelos tibios húmedos en 1-2 días (o 1-2 semanas en los suelos más fríos) y después en nitrato por la bacteria del suelo.
- * Al contrario de los fertilizantes de amonio N, la urea es móvil y permeable hasta que su N amida se ha convertido en amonio.
- * Separadamente del PH del suelo, algo de N se perderá como ser gas amoniaco si la urea queda sobre la superficie del suelo. Con un PH de suelo 7,0 las pérdidas son más elevadas y pueden llegar a un 35% cuando la urea es diseminada sobre las pasturas. Sin embargo, si llueve o se riega pocas horas después de tales aplicaciones a la superficie, las pérdidas son mínimas.
- * Puede "quemar" (dañar) a la semillas y plantones si se pone demasiado cerca de ellos, debido a la liberación de amonio.
- * A veces puede contener cantidades excesivas de biuret (una sustancia tóxica para las plantas) debido a la fabricación defectuosa. El biuret es más tóxico al mezclar la urea con agua y aplicarlo al follaje (como un rocío sobre las hojas).
- * Suele absorber la humedad, pero no tanto como el nitrato de amonio.
- * Puede darse como alimento a rumiantes como las vacas a manera de una fuente de proteínas. La bacteria del rumen convierte N en proteína, PERO la urea puede ser tóxica a cualquier cosa menos a niveles muy bajos y se debe dar en combinación con ciertos otros alimentos. Su antídoto es el vinagre.

Nitrato de Sodio (16% N) (Nitrato Chileno)

- * Su N se filtra fácilmente.
- * Al contrario de la mayoría de los fertilizantes de amonio, el nitrato de sodio tiene un efecto básico en el suelo.
- * Puede quemar fácilmente semillas y plantones debido a su alto contenido de sales. (Se explicará la quema por fertilizantes luego en este Capítulo).
- * Absorbe la humedad y puede volverse lodoso bajo humedad alta; deben mantenerse bien cerradas las bolsas del fertilizante.

- * Es caro debido a su bajo contenido de nutriente relativo al costo de transporte.

Amoníaco Anhídrico (82% N)

- * Existe como líquido bajo presión y como gas después de liberarse en el suelo.
- * Es el más fuerte fertilizante de N disponible.
- * Tiene que inyectarse en suelos húmedos a una profundidad de aproximadamente 15 cm para evitar las pérdidas de gas amoníaco.
- * Es muy peligroso; su inhalación y contacto con la cara pueden causar la ceguera o un daño falta a los pulmones.
- * Requiere equipos especiales para almacenaje y aplicación.

El agua amoniacal (21% N)

- * Se prepara disolviendo el gas amoníaco en agua. Tiene un olor fuerte a amoníaco. A diferencia del amoníaco anhídrico, no tiene que aplicarse ni almacenarse bajo presión.
- * Se debe aplicar por lo menos 4-5 cm abajo de la superficie del suelo para evitar las pérdidas del gas amoníaco.
- * Requiere equipos especiales para aplicación y almacenaje.
- * Libera humos irritantes.

Nitrato de Potasio (13-0-44): Vea bajo fertilizantes K.

Fertilizantes de Fosfato de Amonio: Vea bajo fertilizantes P.

Fertilizantes de Liberación lenta o sobre tiempo: Estos están revestidos con sustancias especiales que reducen su solubilidad y disminuyen la proporción en la cual las bacterias del suelo convierten amonio en nitrato. Las pérdidas por filtración son mucho más bajas, pero generalmente muy costosas para que su uso por los agricultores sea efectivo.

FERTILIZANTES DE FOSFORO

El fósforo de la mayoría de los fertilizantes químicos viene de la reacción del fosfato de piedra con ácido sulfúrico, fosfórico o nítrico o con amoníaco anhídrico.

Soluble en agua vs solubles en Citrato vs P Insoluble

El P de un fertilizante químico puede quedar en varias formas que se deben listar en la etiqueta:

P soluble en agua: Este tipo de P se traslada rápidamente de los granos del fertilizantes al suelo. Pero, esto no significa que es completamente disponible a las plantas, pues que todavía está sujeto a la capacidad de suelo por sujetar (fijar) el P. Al aplicar el fertilizante de P en hileras, hoyos o semi-círculos cerca de la hilera de plantas, se debe usar fertilizantes que por lo menos la mitad de su P en una forma soluble en agua. Cuando se disemina el fertilizante de P sobre un suelos con PH bajo de 7,0, su solubilidad en el agua no es importante, pues que la acidez del suelo ayuda a disolver el P.

P soluble en Citrato: Este tipo de P no es soluble en el agua pero sí es en una solución débil de ácido. El fosfato de piedra tratado con calor contiene principalmente P soluble en citrato, que se usa solamente en suelos ácidos.

P Insoluble: Este tipo de P no es soluble en el agua ni en soluciones débiles de ácido, así tiene utilidad muy limitada para las plantas. La mayoría del P en el fosfato de piedra es insoluble y así es muy lentamente aprovechable por las plantas, aun en los suelos ácidos.

Fertilizantes Comunes de P

Superfosfato Simple (16-22% P₂O₅, 8-12% S): Un fertilizante de P común y también una fuente buena de azufre. Aproximadamente 78% de su P es soluble en el agua (vea arriba). Se hace del fosfato de piedra y ácido sulfúrico.

Superfosfato Triple o Concentrado (42-48% P₂O₅): Contiene mucho más P que el superfosfato simple pero solamente contiene 1-3% de sulfuro. Aproximadamente 84% de su P es soluble en el agua. Se fabrica con fosfato de piedra y ácido fosfórico.

Fertilizantes de Fosfato de Amonio: Existen 3 clases, todas las cuales contienen 100% de su P soluble en el agua:

Fosfato Mono-Amonio (11-48-0, 12-61-0): Suele andar mejor que el fosfato bi-amonio sobre suelos alcalinos. Contiene poco azufre. Es menos propenso a quemar las plantas que FBA.

Fosfato Bi-Amonio (FBA) (16-48-0, 18-46-0, 21-53-0): Es una fuente buena de P pero puede dañar a las semillas o plántones debido a que al colocarse demasiado cerca de ellos despiden mucho amonio.

Sulfato de Fosfato de Amonio (16-20-0, 13-39-0): Ambos son fuentes buenas de azufre (9-15% de S en el 16-20-0 y 7% S en 13-39-0).

Fertilizantes Misceláneos de NP y NPK: 20-20-0, 14-14-14, 12-24-12, etc.

Fosfatos de piedras tratados al calor: Estos varían mucho en su contenido de P y se hacen tratando al calor el fosfato de piedra lo que aumenta grandemente su escasa disponibilidad. Su P no es soluble en el agua pero sí es soluble en el citrato (ver arriba) y será lentamente disponible en suelos ácidos al ser diseminado. Puede ser una fuente económica de P en áreas con depósitos de fosfato, pero sólo se recomienda para suelos ácidos o con mucha materia orgánica. Se debe usar en una forma finamente molida y aplicado por diseminación para facilitar la liberación de su P por reacción del suelo. No se puede disponer rápidamente del mismo para usar como única fuente de P agregado para cosechas anuales de corto plazo como el maíz. Se requieren cantidades muy mayores que para formas más disponibles. Donde los hongos Mycorrhizae del suelo son abundantes (vea Capítulo 1) aumentan la disponibilidad del fosfato de piedra en las raíces de las plantas.

Fosfato de piedra crudo: Vea el Capítulo 8.

Escoria básica: (8-25% P₂O₅): Un sub-producto de fabricación de acero. Aproximadamente el 60-90% de su P es soluble en citrato por lo que es mejor usado sobre los suelos ácidos, muy similar al fosfato de piedra tratado al calor. Tiene un efecto básico gradual sobre los suelos.

FERTILIZANTES DE POTASIO

Los fertilizantes más comunes de K son:

- * Cloruro de Potasio (muriato de potasa): Contiene aproximadamente 60-62% K₂O.
- * Sulfato de Potasio: Contiene aproximadamente 48-50% K₂O y 18% S.
- * Nitrato de Potasio: (13-0-44)

* Fertilizantes de NPK como 10-20-10, etc.

NOTA: El tabaco, las papas y las batatas son sensibles a cantidades altas de cloruros, que afectan la calidad de la siembra. En este caso, se debe evitar o minimizar el uso de cloruro de potasio.

FERTILIZANTES DE NUTRIENTES SECUNDARIOS **(Calcio, Magnesio y Azufre)**

Calcio y Magnesio

Aun los suelos ácidos contienen suficiente calcio para la mayoría de las siembras. Donde se necesita añadir cal y también falta magnesio, se debe usar piedra caliza dolomítica (una mezcla de carbonato de calcio y de magnesio). Añadir cal solamente en forma de calcio también puede causar deficiencias de Mg. El yeso no afecta el PH del suelo y frecuentemente se usa para añadir calcio a siembras con altas necesidades, como el maní, sin aumentar el PH.

Sulfato de magnesio (sales epsom; 9-11% Mg) y sulfato de potasio/magnesio (11% Mg) son otras fuentes buenas que no cambian el PH del suelo. El contenido de magnesio de los fertilizantes frecuentemente se da en términos de óxido de magnesio (MgO); la conversión es: $Mg \times 1,66 = MgO$ $MgO \times 0,6 = Mg$

Azufre

Algunos fertilizantes comunes son buenas fuentes de azufre, como superfosfato simple (8-12% S), sulfato de amonio (23-24% S), 16-20-0 (9-15% S), y sulfato de potasio (17% S). Usualmente, cuanto más alto sea el contenido de NPK, del fertilizante más bajo será el contenido de S (por ejemplo, el superfostato triple contiene solamente 1-3% S).

Las deficiencias de azufre están aumentando en áreas no industriales, debido al uso creciente de fertilizantes de análisis alto que contienen poco S. Suele ser una buena idea incluir un fertilizante que contiene azufre en un programa de fertilización, especialmente sobre suelos arenosos ácidos. Los fertilizantes orgánicos son una buena fuente de S. El Apéndice D da el contenido de S de los fertilizantes químicos comunes.

El contenido de S de fertilizantes frecuentemente se da en términos de sulfato (SO₄). La conversión es $S \times 3 = SO_4$.

FERTILIZANTES DE MICRONUTRIENTES

Algunos fertilizantes de NP y NPK pueden contener cantidades añadidas de micronutrientes (hay que leer sus etiquetas), pero suelen ser pocas para corregir deficiencias en el suelo. Si una cantidad suficiente de un micronutriente está incluida, se puede indicar con un cuarto número en la fórmula del fertilizante que se refiere al micronutriente.

Los fertilizantes de micronutrientes separados, como el sulfato de cobre, sulfato de zinc, sulfato de manganeso, sulfato ferroso (de hierro), y bórax se pueden aplicar al suelo o a las hojas de las plantas. Recordar que el suelo con retención de manganeso y hierro es un problema común en los suelos deficientes. (Vea el Capítulo 6).

Celatos de Micronutrientes: Las formas de micronutrientes especialmente sintetizadas llamadas celatos, se pueden obtener y usar donde los problemas de retención de los micro-nutrientes por el suelo son graves. Un celato tiene una estructura molecular especial que protege al micronutriente contra la retención.

Algunos fungicidas como el Maneb (que contienen manganeso) y Zineb (que contiene zinc) pueden proporcionar estos micronutrientes junto con un programa de control de enfermedades.

LOS EFECTOS DE FERTILIZANTES SOBRE EL PH DEL SUELO

Los fertilizantes pueden tener efectos ácidos, básicos o neutrales sobre el PH del suelo:

- * Todos los fertilizantes de N de amonio (excepto el nitrato de amonio con cal) gradualmente hacen más ácido al suelo. Eso es porque la conversión de amonio (NH_4) a nitrato (NO_3) libera iones de hidrógeno (H^+) que forman ácidos. Lo mismo se aplica a la urea y a la mayoría de los fertilizantes de NP y NPK (vea la Tabla 9-1).
- * Las aplicaciones grandes de abono o estiércol también son gradualmente acidificantes.
- * Los fertilizantes N nitrato que tienen su nitrato combinado con una base fuerte (por ejemplo, nitrato de calcio, potasio o sodio) tienen un efecto ligeramente básica sobre el suelo.
- * Los fertilizantes directos de P o K no afectan el PH del suelo. Algunos ejemplos son cloruro y sulfato de potasio y los superfostatos.

Las Implicaciones Prácticas de Fertilizantes Acidificantes

El uso continuo de fertilizantes acidificantes durante años eventualmente bajará el PH del suelo lo bastante como para requerir la adición de cal, si el suelo no es muy alcalino. La rapidez de la caída del PH depende del tipo y cantidad de fertilizante aplicado y de la capacidad para amortiguar (carga negativa o C.I.C.) del suelo (vea el Capítulo 6). Pues que los suelos arcillosos o los que tienen mucha materia orgánica suelen tener mejor capacidad para amortiguar, usualmente son más resistentes a cambios de su PH que los suelos arenosos.

¿Entonces, para qué usar fertilizantes acidificantes? Porque suelen ser los más disponibles y económicos y sobre los suelos alcalinos, pueden ser realmente beneficiosos.

Vea la Tabla 9-1 en la siguiente página.

<u>FERTILIZANTE</u>	<u>% Nitrógeno</u>	<u>100 Kg de fertilizante</u>	<u>1 Kg de N</u>
Nitrato de amonio	33%	60 Kg	1,8 Kg
Sulfato de amonio	20-21%	110 Kg	5,3 Kg
Sulfato/fosfato de amonio	16%	88 Kg	5,3 Kg
Urea	45%	84 Kg	1,8 Kg
Fosfato Mono-amonio (11-48-0)	11%	58 Kg	5,3 Kg

Fosfato bi-amonio (18-46-0)	18%	63 Kg	3,5 kg
-----------------------------	-----	-------	--------

NOTA: La columna derecha de la tabla es la más significativa para comparar los fertilizantes. Muestra que el sulfato de amonio, sulfato/fosfato de amonio y fosfato mono-amonio tienen casi 3 veces el efecto acidificante que tienen la urea y el nitrato de amonio.

¿Por Qué no se le Añade Cal a los Fertilizantes Acidificantes?: Algunas etiquetas de fertilizantes dicen la cantidad de cal necesaria para neutralizar la acidez producida por 100 Kg de fertilizante, pero esto es solamente un requerimiento legal. Añadir cal a tales fertilizantes convertiría mucho de su amonio en gas amoníaco que se perdería en el aire. Tampoco se debe añadir cal al suelo después de cada aplicación de fertilizantes pues no es necesario y requiere tiempo y trabajo. En cualquier caso, la mayoría de los agricultores con recursos limitados no aplica suficiente fertilizante para bajar marcadamente el PH del suelo en uno o dos años.

INDICE DE SAL Y POTENCIA DEL FERTILIZANTE PARA "QUEMAR"

Como ocurre con el estiércol, algunos fertilizantes químicos pueden dañar o aun matar las semillas o plantas sembradas demasiado cerca, y esto se llama "quemadura" por fertilizantes. La probabilidad de quemadura depende del tipo de fertilizante aplicado, su cantidad y colocación y el tipo de siembra.

¿Qué causa la quemadura por fertilizantes?

Los fertilizantes están compuestos de varios tipos de sales como cloruros, sulfatos y nitratos. Algunas de estas sales se disuelven fácilmente en el agua del suelo luego de su aplicación. Si una acumulación demasiado fuerte de sal se forma cerca de las semillas o raíces, ellas no pueden absorber bastante humedad y muestran muchos síntomas de sequía. Si usted ha tomado un curso de biología, puede ser que recuerde el principio de ósmosis, que trata de igualar la concentración de sal de dos soluciones separadas por una membrana permeable (en este caso, por la piel de la semilla o la superficie de la raíz). Esto es lo que causa la mayoría de las quemaduras por fertilizantes. La diferencia en concentración de sal entre el interior de la semilla o las raíces y el agua del suelo fuera de ellas crea una fuerza osmótica que o evita que el agua entre o que verdaderamente salga de los tejidos de las plantas.

Cómo Notar la Quema por Fertilizantes

Los siguientes son algunos síntomas que pueden señalar la quema por fertilizantes:

- * Baja germinación de semillas (baja brotación de los plántones): Sin embargo, esto también puede ser causado por muchas otras razones como ser semillas de baja viabilidad, enfermedades, falta de humedad del suelo, etc.
- * Los plántones empiezan a marchitarse, se ponen amarillos y eventualmente marrones y neutros, empezando en las puntas de las hojas. Esto también lo pueden causar otros factores como sequía, insectos y enfermedades. Aun las plantas ya establecidas pueden sufrir la quema por fertilizantes si se aplica nitrógeno adicional demasiado cerca o en cantidades excesivas.

Otro tipos de quemaduras por fertilizantes

- * Algunos fertilizantes como la urea y el fosfato bi-amónico también pueden quemar las plantas al liberar gas amoniacal suelto si se coloca demasiado cerca de las semillas, plántones o plantas ya establecidas.
- * Los granos de los fertilizantes que contienen N y K causan manchas de quemadura en las hojas de plantas al caer sobre ellas.
- * Las aplicaciones foliares queman las hojas si son demasiado concentradas.

Cómo Evitar la Quema por Fertilizantes

- * Como muestra la tabla 9-2, es mucho más probable que los fertilizantes que contienen N y K causen quemaduras que los que contienen P solo, como los superfosfatos.
- * Las quemaduras por fertilizantes son más probables cuando se usa un método de colocación local (bandas, hoyos o semi-círculos). Se deben seguir cuidadosamente las guías de espaciamiento que se da en la siguiente sección referente a los métodos de aplicación de fertilizantes.
- * Las quemaduras por fertilizantes son más probables en los suelos arenosos, pues que en ellos las sales y el amoniacal suelto pueden moverse más fácilmente.
- * Las quemaduras por fertilizantes son más probables bajo condiciones de sequía.

- * Evitar colocar los fertilizantes en contacto con las semillas o justamente bajo sus surcos aunque estén separados por algunos centímetros del suelo. Las sales pueden moverse hacia arriba al sacarse el suelo y pueden moverse hacia arriba al secarse el suelo y llegar a las semillas. Sin embargo, el superfosfato se puede colocar justamente bajo el surco de las semillas si está separado por el suelo.
- * Si se hacen aplicaciones laterales diseminando un fertilizante N se debe evitar hacerlo cuando las hojas estén húmedas pues los gránulos de los fertilizantes pueden adherirse a las mismas y causar manchas quemadas.
- * Al aplicar N adicional cuando se riega a mano las plantas con una solución de fertilizante N suelto en agua, siempre se deben limpiar las hojas después con un riego de agua pura.

Los Fertilizantes Varían en su Potencia Para Quemar

Los fertilizantes varían en su contenido de sal soluble. Los que contienen N y K tienen los niveles más altos de sal y así es mucho más probable que éstos quemen que los de superfosfato. Algunos fertilizantes como la urea y el fosfato bi-amónico liberan gas amoniacal suelto que también puede causar quemaduras al colocarse demasiado cerca de las plantas.

TABLA 9-2			
<u>Potencial Relativo Para Quemar</u>			
<u>de Fertilizantes Comunes</u>			
<u>Fertilizantes</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Índice de sales</u> <u>Por Kg de N-P-K</u>	
Nitrato de sodio	16-0-0	6,0	MAXIMO
Nitrato de potasio	14-0-46	5,3	
Sulfato de amonio	21-0-0	3,2	
Nitrato de amonio	33-0-0	2,9	
Fosfato mono-amónico	11-48-0	2,5	
Sulfato de potasio/ magnesio	0-0-22	2,0	
Cloruro de potasio	0-0-60	1,9	

Urea *	45-0-0	1,6	
Fosfato bi-amonio *	18-46-0	1,6	
Sulfato de potasio	0-0-50	0,9	
Superfosfato simple	0-20-0	0,4	
Superfosfato triple	0-48-0	0,2	
Yeso	Ningún NPK	0,25 MINIMO	

* La urea y el fosfato bi-amonio pueden causar más daño que el sulfato de amonio debido a la liberación de gas amoniacal suelto.

Cómo Tratar Quemaduras por Fertilizantes: Si hay agua disponible, usar cantidades generosas para sacar las sales de las semillas o los sembrados; si no hay agua disponible habrá que esperar la lluvia.

CONOCIMIENTOS BASICOS PARA APLICAR N, P, Y K

Antes de tratar de los métodos específicos para aplicar los fertilizantes químicos, trataremos de algunos conocimientos básicos importantes referentes a cómo se pueden aplicar mejor los fertilizantes de N, P y K.

CONOCIMIENTOS PARA APLICAR NITROGENO

Se debe recordar que casi todo el N de los fertilizantes es móvil y filtrable en el suelo, porque el amonio rápidamente se convierte en nitrato móvil, en los suelos calientes. Cuanto más arenoso es el suelo y mayor la caída de agua, mayor será la pérdida por filtración.

Cómo Combatir las Pérdidas por Filtración de N

Si todo el N se aplica al tiempo de plantar o transplantar, mucho se puede perder debido a la filtración, especialmente porque las plantas jóvenes necesitan relativamente poco N. Para las siembras anuales, como el maíz, tomate y repollo, es mucho mejor proporcionar el N "a cucharadas" aplicando solamente 1/3 -1/2 del total (pero no menos de 30 kg por hectáreas de N verdadero) al tiempo de plantar o transplantar, usualmente como una parte de un fertilizante de NP o NPK. El restante 1/2-2/3 se aplica en una o varias aplicaciones laterales al costado de la hilera de siembra, empezando aproximadamente 4 semanas después de la aplicación inicial del

fertilizante NPK. Las aplicaciones laterales suelen realizarse con un fertilizante de N directo como urea o sulfato de amonio.

Guía Para Aplicar N Lateralmente

El número de aplicaciones laterales de las cuales el N restante es dividido depende de 2 factores:

- * Las pérdidas potenciales por filtración, que es influenciada por la textura del suelo y la cantidad de lluvia.
- * La duración del tiempo de crecimiento de la siembra.

Los siguientes son algunos ejemplos:

Maíz: Usualmente necesita una aplicación lateral cuando la siembra tiene la altura de las rodillas (aproximadamente 4 semanas después de plantado en áreas calurosas). Bajo condiciones lluviosas, especialmente en los suelos arenosos, se recomiendan 2 aplicaciones laterales, una cuando tiene la altura de las rodillas y otra cuando forma borlas.

Verduras: Una siembra de crecimiento muy rápido como el rabanito, no requiere aplicaciones al lado. Las verduras de horas como la lechuga, el pak choi y el amaranto pueden recibir una o varias aplicaciones laterales (con intervalos de 3-4 semanas) dependiente de si se cosecha la planta completa o se cosechan unas hojas a la vez en más tiempo. Las verduras de corto plazo del tipo del pepino y la calabaza de verano pueden usar 1-2 aplicaciones laterales, mientras que las de largo plazo como los melones y la calabaza de invierno pueden necesitar 2-3 aplicaciones. Los tomates requieren desde 2 hasta 6 o más aplicaciones laterales, según las condiciones de filtración y la duración de la época de producción. Un intervalo bueno entre tales aplicaciones es de 3-4 semanas.

Donde Colocar N Aplicado Lateralmente: Trataremos de esto en páginas posteriores bajo métodos de aplicación.

¿A Qué Profundidad Colocar el N?: Pues que el N es tan móvil, no tiene que aplicarse profundamente para alcanzar las raíces de la siembra, sino lo bastante profundo (2-5 cm) para evitar las pérdidas por desagüe o liberación de gas amoníaco (vea la sección sobre fertilizantes de N).

CONOCIMIENTOS PARA LA APLICACION DE FOSFORO

Los resultados logrados añadiendo fertilizantes P a suelos deficientes en P dependen mucho de cómo y cuándo se aplica el fertilizante. Se debe aprender estas direcciones importantes:

- * Aplicar el P temprano: Los platonos jóvenes necesitan una concentración alta de P en sus tejidos para crecer o desarrollar raíces rápidamente. Una investigación mostraba que los platonos jóvenes de maíz absorben 22 veces más P por unidad de altura que las plantas de 11 semanas. El P se debe aplicar al tiempo de plantar o transplantar. Recordar que aplicando P en combinación con N (si es necesario) ayuda a estimular la absorción de P.
- * El método de aplicación: Tiene una influencia grande sobre la capacidad del suelo para retener el P agregado. Diseminar los fertilizantes de P suele resultar en mucho más retención que usando un método de colocación localizada (banda, hoyo, o semi-círculo) pues que dá a cada grano del fertilizantes un contacto mayor aún con las partículas del suelo del que puede causar retención. Estos métodos se explicarán luego en la próxima sección, bajo métodos de aplicación de fertilizantes.
- * Diseminar Profundamente el P: Se debe mezclar totalmente con la capa superior del suelo con un arado o azada, excepto cuando se esparce alrededor de cosechas de árboles (esto se explicará más adelante, bajo métodos de aplicación).
- * No Poner P a "Cucharadas": Dependiente del método de aplicación, la movilidad del P varía entre nada a muy moderada. La filtración nunca es un problema, asi pues todo el P se puede aplicar de una vez. No hay ventajas en aplicar P lateral si continua el crecimiento y no se producen señales de hambre de P.

PRINCIPIOS PARA LA APLICACION DEL POTASIO

K figura en la mitad del camino entre N y P en términos de movilidad y pérdida de agua. Como ocurre con el P, todo el K puede ser aplicado al plantar o al trasplantar, como parte de un fertilizante NPK o como un real fertilizante K. Donde las pérdidas por desagüe serán probablemente altas, se debe separar las aplicaciones pues de lo contrario se necesitará K. Se recomienda asimismo separar las aplicaciones para que las pasturas eviten un "lujosos consumo" de K. (Referirse a la sección relativa a potasio en el Capítulo 6).

METODOS DE APLICACION DE FERTILIZANTES EXPLICADOS Y COMPARADOS

Esta sección dá instrucciones prácticas sobre los siguientes métodos de aplicación de fertilizantes y compara su uso:

- * Diseminación
- * Colocación localizada (banda, hoyo y semi-círculo)

- * Consideraciones especiales de colocación para suelos regados en surcos
- * Aplicaciones mediante el agua de riego
- * Aplicaciones al follaje.

DISEMINACION

Diseminar significa esparcir uniformemente el fertilizante sobre la superficie del suelo mezclándolo o nó con él. Colocación localizada significa aplicar el fertilizante en una banda, hoyo o semi-círculo cerca de la hilera de semillas o plantas.

NOTA: Por conveniencia, este Manual frecuentemente se referirá a estos dos métodos por sus siglas "D" y "CL".

Ventajas de la Diseminación

- * Proporciona una distribución más uniforme de nutrientes por la zona de raíces que el método de CL, así permitiendo a más raíces llegar al fertilizante. Suele ser el mejor método para lograr los máximos rendimientos.
- * Usualmente tiene menos riesgo de "quemar" las plantas, pues que el fertilizante es más diluido.
- * Puede dar una mejor distribución de trabajo permitiendo realizar la aplicación inicial de NPK antes de plantar.

Desventajas de la Diseminación

- * Maximiza la retención del fertilizante P: Diseminar requiere 3-10 veces más P para producir el mismo aumento de rendimiento comparado con los métodos de CL.
- * Aunque diseminar puede producir rendimiento mejores al aplicar suficiente extra P para aumentar su retención es dudoso que los agricultores con recursos limitados deban tratar de lograr rendimientos máximos. La mayoría de ellos encaran varios factores que limitan los rendimientos que van desde tierra marginal hasta capital insuficiente.
- * También mejora la retención de K que el método LP en los suelos donde esto es un problema (por ejemplo, los con mucha arcilla del tipo 2:1 temperado, como ilita; vea el Capítulo 2).
- * Alimenta a las malezas tanto como a la siembra.
- * Es difícil diseminar uniformemente a mano el fertilizante.

- * Cualquier fertilizante que contenga P tiene que mezclarse bien con el suelo superior al diseminarse (vea más abajo). No todos los agricultores tienen el tiempo, mano de obra o equipo para realizar tanta mezcla.
- * No funciona bien con las siembras que tienen raíces menos extensas (como zanahoria, lechuga y papa) si no se plantan muy cerca una de otra. (Vea la sección sobre agricultura intensiva en el Capítulo 4).

¿Por Qué Diseminar P No Suele Ser Una Buena Idea?

Con pocas excepciones, los fertilizantes químicos de P no se deben diseminar sobre el suelo, aun si se mezclan con él con azada o arado. Diseminar espacia el fertilizante en capas demasiado delgadas exponiendo así cada grano del mismo al contacto completo con el suelo, lo que maximiza las oportunidades para retener el P. (Revise la sección sobre retención de P en el Capítulo 6 si no entiende bien este concepto). Se debe recordar que muchos suelos con altos contenidos de arcilla del tipo tropical tienen capacidades excepcionalmente altas para fijar P. Se requieren 3-10 veces el P (o aun más) para producir el mismo aumento en rendimientos al diseminarlo en vez de usar colocación localizada.

El método de "CL" disminuye mucho las oportunidades de retener el P minimizando el contacto del suelo con el fertilizante. También resulta en concentraciones de P suficientemente altas para vencer la capacidad del suelo cerca del fertilizante para retener el P.

¿Existen Casos en que se Debe Diseminar P?

Los agricultores con capital adecuado y cuyo suelos tienen baja o moderada capacidad para retener P diseminarán a veces cantidades grandes para aumentar el P del suelo. Tales aplicaciones pueden ser eficaces por varios años y frecuentemente se combinan con la colocación localizada de cantidades menores cerca de la hilera de semillas al plantar o transplantar para estimular el temprano crecimiento. Pocos agricultores con recursos limitados podrán comprar tales cantidades grandes para diseminar, que son más adecuadas a metas de muy alto rendimiento, buena disponibilidad de capital y baja capacidad del suelo para retener P.

Sin embargo, existen varias situaciones en que diseminar un fertilizante de P pueden ser apropiada aun para los agricultores con recursos limitados.

- * Almácigos de viveros: Dado el espaciamiento denso usado en almácigos para producir transplantes, el método de "CL" no suele ser práctico. También los almácigos son muy pequeños, por lo que suficiente P extra se puede aplicar sin costos excesivos.

- * Otros lotes pequeños: donde las cantidades altas necesarias se pueden aplicar sin gastar demasiado, especialmente aquellas donde las semillas se han diseminado, dificultan los métodos de CL. La razón principal para diseminar será evitar el trabajo de aplicar fertilizantes en bandas en plantaciones directas, cuando se usan trasplantes, diseminar tiene mucho menos razón, pues que las plantas se colocan bastante bien espaciadas para fertilizarlas rápidamente con un método de CL como ser un semi-círculo o un hoyo.
- * Arrozales inundados: Un suelo inundado tiene mucho menos capacidad para retener P. Así el P fertilizante se puede diseminar y todavía tener buena disponibilidad en los arrozales inundados.
- * Siembras de árboles: diseminar P en una banda ancha (30-40 cm) alrededor de un árbol es un método eficaz de aplicación. No causa tanta retención del P, pues que el fertilizante está relativamente concentrado en comparación con diseminarlo uniformemente por todo el terreno.
- * Forrajes: Aplicar encima (diseminar un fertilizante y dejarlo sobre la superficie) es el único método práctico para aplicar fertilizantes a un forraje ya establecido. Aunque el P no se mezcle con el suelo, es útil, pues que las raíces del pasto crecen muy cerca de la superficie. También hay menos retención del P cerca de la superficie debido al nivel alto de humus promovido por el pasto.

El P Diseminado Tiene que Mezclarse con el Suelo

El P diseminado es virtualmente inmóvil debido a que se adhiere al suelo. No llegará a las raíces si no se mezcla completamente con el suelo usando una azada o arado. Un rastrillo o arado de sicol no lo mezclaría lo suficientemente profundo. Dejar el fertilizante P en la superficie del suelo es un error común y resulta en mucho menor rendimiento. En los suelos bien cubiertos con paja de arroz, etc., el desarrollo de raíces puede ser muy cerca de la superficie del suelo (pues que no se secan tanto) y diseminar el fertilizante sobre la superficie puede ser factible cuando la humedad es adecuada para mantener la superficie siempre mojada.

UNA EXCEPCION: Al aplicar un fertilizante P en una banda ancha alrededor de una siembra de árboles ya establecida, se debe mezclar a poca profundidad (2-3 cm) para evitar cortar las raíces del árbol que crecen cerca de la superficie.

Cómo Diseminar el Fertilizante Uniformemente

Al diseminar a mano un fertilizante, una distribución más uniforme se puede lograr dividiendo la aplicación en 2 o 3 partes. Se debe aplicar la primera parte caminando a lo largo del terreno y la segunda parte caminando en ángulo recto con la primera.

También hay diseminadores manuales de fertilizantes así como tirados por tractor.

METODOS DE COLOCACION LOCALIZADA: Banda, hoyo y semi-círculo

Los métodos de "CL" son usualmente los mejores para agricultores con recursos limitados cuyo capital, manejo y nivel de otros factores limitantes indican el uso de cantidades bajas o moderadas de los fertilizantes químicos (cuando faltan los orgánicos). Como se vé abajo, los beneficios sobrepasan las desventajas:

Ventajas del Método CL

- * Las cantidades bajas moderadas de fertilizantes químicos (especialmente P) se usan más eficazmente que diseminándolos. Esto proporciona la máxima ganancia por dollar gastado, una meta a que los agricultores de pequeña escala usualmente deben aspirar.
- * Minimizan la rotación de P (y también de K en los casos menos comunes donde es un problema).
- * Animam el crecimiento temprano, especialmente en los suelos más frios donde las plantas tienen problemas con la absorción de suficiente P. Eso no siempre causa mejores rendimientos, pero ayuda a las siembras a competir con las malezas.
- * No alimenta tanto a las malezas.
- * Es especialmente bueno para siembras con raíces poco extensas, como papa, cabolla, lechuga y repollo.

Desventajas del Método CL

- * Es difícil producir rendimientos máximos con solamente el método de CL en suelos de baja fertilidad. Sin embargo, los rendimientos máximos, como ya se mencionó, probablemente no son la mejor estrategia para la mayoría de los agricultores de pequeña escala.
- * Puede requerir más trabajo y tiempo que el método de DS; sin embargo, mezclar el fertilizante diseminado con el suelo puede requerir el mismo o aun más trabajo.

La Profundidad de P no Importa Cuanto con CL

Aunque el P diseminado es inmóvil y tiene que mezclarse bien con el suelo para llegar a las raíces, el P aplicado con CL no siempre tiene que colocarse tan profundamente. Una investigación reciente ha mostrado que el P fertilizante se mueve hacia abajo hasta las raíces cuando se usa un método de CL. Esto es porque hay suficiente concentración de P en la banda, el hoyo o el semi-círculo para vencer la capacidad de retención del suelo circundante, y permitir un movimiento hacia abajo. El P de un método de CL llegará a las raíces, aun si se aplica cerca de la superficie del suelo, siempre que haya suficiente lluvia o riego para el crecimiento bueno de las plantas y para llevar el P hacia abajo a las raíces.

GUIAS DE DISTANCIA Y PROFUNDIDAD PARA APLICAR CON CL

Las siguientes son algunas guías específicas para los 3 métodos de aplicar fertilizantes con CL: BANDA, SEMI-CIRCULO y HOYO.

NOTA: Las soluciones "iniciadoras" líquidas de fertilizantes que se aplican cerca de un transplante cuando éste está en el suelo son también una clase de método de CL y se explican en el Capítulo 10 bajo verduras.

FERTILIZAR POR BANDAS

Es poner el fertilizante en una banda ue corre paralela a la línea de la siembra y relativamente cerca de ella. De los 3 métodos de CL, hacerlo por bandas es el más adecuado para siembras cultivadas densamente como espinaca, lechuga, nabo, así como el maíz plantado mecánicamente (con 1 semilla por hoyos). También se puede usar en siembras con más distancia entre las líneas, pero los métodos de hoyo o semi-círculo puede ser más apropiados. Las investigaciones han mostrado que se necesita solamente 1 banda por línea en vez de 2 (por cada lado).

NOTA: Las guías siguientes para bandas tratan de aplicaciones de N, P y K al tiempo de plantar. Las aplicaciones de N en siembras en crecimiento se explican más adelante.

Distancia de la Línea de Semillas Para Aplicaciones en Bandas

- * Cuando se aplica el fertilizante en bandas al tiempo de plantar, la banda debe colocarse aproximadamente 5-7,5 cm (3-4 dedos de distancia) del surco. Ponerla más cerca puede causar quemaduras. Ponerla más lejos puede evitar que las raíces lleguen al fertilizante suficientemente temprano.

- * No se debe poner un fertilizante que contiene N o K justamente abajo las semillas, aun separado por algunos centímetros de suelo. Las sales de los compuestos de N y K se moverán hacia arriba al secarse el suelo entre los riegos o las lluvias y dañarán las semillas a las raíces jóvenes.
- * Con el maíz, que es relativamente resistente a las quemaduras por fertilizante, se pueden poner el fertilizante y la semilla en el mismo surco bajo ciertas condiciones. (Vea el Capítulo 10 bajo maíz). Con otras cosechas es posible hacer un surco lo suficientemente ancho como para colocar una banda separada de fertilizante e hilera de semillas.

A Qué Profundidad se Coloca la Banda

Puede ser desde la superficie del suelo hasta 10 cm de profundidad, dependiente de varios factores:

- * Donde hay suficiente lluvia o riego por encima para obtener un buen crecimiento, habrá bastante agua para llevar los fertilizantes N, P y K hacia las raíces aun si la banda está en o cerca de la superficie de la tierra. Esto es aplicable también a P; aunque es inmóvil si se aplica en forma diseminada. El P aplicado en bandas es móvil si hay suficiente agua para realizar un movimiento hacia abajo.
- * Si es en una pendiente, la banda debe colocarse a algunos centímetros de profundidad para evitar las pérdidas de fertilizantes por el desagüe superficial.
- * Para evitar pérdidas de N en forma de gas amoníaco, no deje los fertilizantes que contienen la forma amoníaca de N sobre la superficie del suelo si su PH es mejor que 7,0. La urea (45-0-0) libera gas amoníaco a cualquier PH del suelo.
- * Cuando la lluvia es incierta y no hay riego, se debe procurar hacer la banda a una profundidad de 7,5-10 cm (4 dedos, aproximadamente), que pondría el fertilizante donde la humedad del suelo y crecimiento de las raíces son mejores.

Cómo Formar una Banda de Fertilizantes: A continuación se ofrecen 4 métodos:

- * A mano: Este anda bien en lotes pequeños de hortalizas si el suelo ya está aflojada. Se usan las puntas de los dedos.
- * Con azada: Se usa la hoja de la azada para formar un surco en forma de "V".
- * Un arado de madera o cultivador tirado por un animal se pueden usar para formar un surco.

- * Instrumentos para aplicar fertilizantes en las bandas: Existen modelos manuales o tirados por animales o tractores. Algunos de los instrumentos tirados por animales o tractores tienen accesorios para aplicar en las bandas, que se pueden comprar como una opción.

Bandas en la Superficie; Una Técnica Nueva

Agricultores en los EE. UU. recientemente han probado un nuevo método, llamado bandas superficiales, con algún éxito. Este método se basa en el hecho que el P se mueve hacia abajo y llega a las raíces al usar un método de CL (dado que hay suficiente humedad para moverlo hacia abajo). Como se explica a continuación, las bandas superficiales son mejor adaptadas a las siembras del campo (maíz, sorgo, poroto, etc.) y pueden ahorrar mucho trabajo comparado con las bandas comunes. Los siguientes son los rasgos principales de las bandas superficiales:

- * Un fertilizante de NP, NPK o P (dependiente de las necesidades del suelo) se aplica en bandas a intervalos de 50-75 cm antes o después de labrar la tierra. Las bandas van en la misma dirección que irán los surcos futuros. No es necesario alinear la siembra cerca de las bandas, pues que la mayoría de las siembras del campo tienen sistemas extensos de raíces. También es posible formar las bandas de fertilizantes después del brote de la siembra.
- * Aun si se aplican las bandas antes de arar o azadear la tierra, el fertilizante queda mezclado con solamente 10-15% de la cantidad de suelo con que se mezclaría al diseminarse. Así, las bandas superficiales resultan en mucho menos retención de P; sin embargo, son menos eficaces en este aspecto que las bandas comunes si la banda de superficie se mezcla con el suelo mediante la labranza.

Existen varias situaciones en las cuales las bandas superficiales pueden no ser aconsejables:

- * Pendientes, almácigos levantados o lomas: Los fertilizantes aplicados a la superficie del suelo se pueden perder a causa de la lluvia o el riego por encima si las bandas no se mezclan con la tierra.
- * Riego por surcos: Las bandas superficiales requieren agua por encima (de lluvia o de riego a mano) para mover el P hacia abajo. El riego por surcos no permitirá a los fertilizantes aplicados sobre la superficie entrar en el suelo.

EL METODO DE SEMI-CIRCULO

Este método consiste en aplicar el fertilizante en un semi-círculo alrededor de la planta, semilla o grupo de semillas. Es el mejor de los 3 métodos de CL para los transplantes como tomate, pepino, berenjena y repollo debido a que hay más espacio entre las líneas de plantas. También anda bien con el maíz plantado en "cerros" (grupos) y otras siembras con intervalos grandes entre grupos de plantas. Un semi-círculo es tan eficaz como un círculo.

Distancia de Semillas o Plantas: Para semillas, plántones jóvenes y trasplantes nuevos se pone el semi-círculo a una distancia de aproximadamente 10 cm (un palmo de ancho).

Profundidad: Se deben usar las mismas guías dadas para bandas.

EL METODO DEL HOYO

Este método consiste en colocar el fertilizante en un hoyo cerca de la semilla, planta o grupo de plantas. Probablemente es el menos eficaz de los 3 métodos, pues que confina el fertilizante a un área muy pequeña, así haciéndolo disponible a menos raíces. Sin embargo, es mucho mejor que no usar fertilizantes en un suelo pobre. Es más adecuado para las siembras plantadas en "cerros" en áreas grandes, especialmente cuando los agricultores usan la mínima preparación de la tierra y plantan con palos puntiagudos. (Tales palos también se pueden usar para formar los hoyos para el fertilizante). Sin embargo, cuando hay suficiente para que entre el fertilizante en el suelo, probablemente sería más eficaz y rápido usar bandas o semi-círculos si la pendiente no es un problema.

Distancia del Hoyo a las Semillas: Aproximadamente 7,5-10 cm (el ancho de 4 dedos o un palmo).

Profundidad: Donde la lluvia es incierta, el hoyo idealmente debe ser 10-15 cm profundo, pero esta profundidad no siempre será práctica.

ALGUNAS SUGERENCIAS ESPECIALES PARA SUELOS REGADOS POR SURCOS

Al usar los métodos de CL en suelos regados por surcos, el agricultor siempre debe poner el fertilizante abajo del nivel que alcanzará el agua de riego en el surco (vea la figura 9-1). Esto pone el fertilizante abajo de la "marca alta del agua" y permite a los nutrientes móviles, como el nitrato y el sulfato, moverse hacia el costado y hacia abajo en dirección a las raíces. Al colocar el fertilizante arriba del nivel alto de agua, el movimiento capilar del agua hacia arriba llevará estos nutrientes móviles a la superficie del suelo donde no se pueden usar. (Tal movimiento capilar hacia arriba es el mismo proceso que permite al kerosén subir por la mecha de una lámpara).

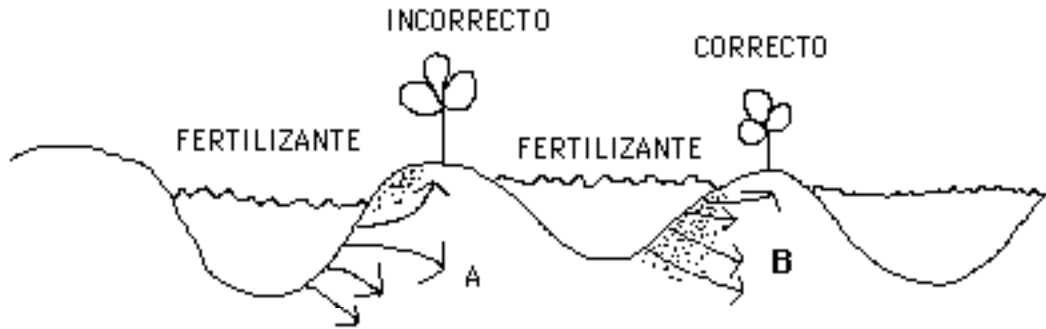


FIGURA 9-1: La aplicación de fertilizantes en suelos regado en surcos. El fertilizante en la línea A se colocó arriba del nivel alto del agua y así se llevará más arriba que las raíces. El fertilizante en la línea B se aplicó correctamente, abajo del nivel alto del agua, y así se moverá hacia abajo hasta las raíces.

APLICANDO NITROGENO LATERALMENTE

Las razones para aplicar nitrógeno lateralmente y el número de aplicaciones necesarias se explicaron en páginas anteriores bajo conocimientos o principios para la aplicación de N.

Guía para colocar aplicaciones de N lateralmente

Existen varios métodos para aplicar N lateralmente:

- * Para las siembras cultivadas densamente, como la lechuga y el repollo chino, el fertilizante de N se puede aplicar en una banda continua paralela a la línea de la siembra y a una distancia de 10-20 cm de ella.
- * Para hortalizas con intervalos más amplios en la línea de plantas, como tomates, berenjena y repollo, el método del semi-círculo anda bien. El semi-círculo se coloca aproximadamente a 15-20 cm del tallo. Colocando más cerca se puede quemar la planta. En vez de semi-círculos se pueden usar bandas, si son más convenientes.
- * Para maíz, sorgo y mijo, el N se puede aplicar lateralmente en una banda que corre justamente entre cada línea de la siembra, aun si las líneas son a intervalos de un metro. Esto es porque tales granos tienen un sistema de raíces muy largo. Por el tiempo que las plantas tienen la altura de las rodillas, las raíces de las líneas adyacentes ya se habrían cruzado entre las líneas de plantas.

Profundidad para aplicar N lateralmente: Si la lluvia o riego puede llevar el N hacia abajo, el fertilizante solo tienen que colocarse lo suficientemente profundo como para evitar su pérdida

por desagüe superficial y la pérdida de N en forma de gas amoníaco. Así, una profundidad de 2 cm está bien. Poner el fertilizante más profundo puede podar las raíces de siembras bien desarrolladas.

Combinando aplicaciones laterales con la limpieza de malezas: Así se puede ahorrar tiempo y trabajo, pues la limpieza mezclará el fertilizante con el suelo al mismo tiempo.

MEZCLANDO FERTILIZANTES CON AGUA

Existen tres métodos para aplicar fertilizantes mezclados con agua:

- * Preparar una solución iniciadora disolviendo fertilizante NP y NPK en agua. (Vea la sección sobre hortalizas en el Capítulo 10).
- * Mezclar un fertilizante de N como urea o nitrato de amonio con agua y regarlo sobre plantas de un almácigo. (Vea la sección sobre hortalizas en el Capítulo 10).
- * Las formas solubles de fertilizantes de NPK se pueden aplicar o mediante un sistema de riego por goteo. Investigaciones han mostrado que el P aplicado así irá hacia abajo a las raíces. Esto es porque el riego por goteo verdaderamente es un método de "CL" de aplicación de agua y fertilizante. Un sistema típico de riego por goteo concentra el agua y los fertilizantes sobre 20% o menos de la superficie de la tierra.
- * Al usar un sistema de riego por rociado, los fertilizantes solubles de N se pueden inyectar en la tubería de riego. Sin embargo, esto puede ser un desperdicio, donde la aplicación de agua es irregular. (Para evitar la posibilidad de quemaduras por el fertilizante, regar con agua pura por unos minutos después de aplicar el fertilizante).
- * Fuentes de N soluble también se puede disolver en el agua de surcos de riego, pero este método es demasiado costoso.

APLICACIONES FOLIACEAS DE FERTILIZANTES

Aplicaciones de Micronutrientes

Las aplicaciones foliares son más adecuadas para aplicar micronutrientes. Como que cantidades muy pequeñas de ellos se necesitan para tratar una deficiencia, se pueden aplicar fácilmente en una o dos dosis sin causar quemaduras. Este método es especialmente bueno para aplicar hierro y manganeso, pues que evita la retención de estos micronutrientes por el suelo.

Aplicaciones Foliáceas de NPK

Es posible que en un área se vendan polvos solubles o líquidos con NPK para mezclar con agua y rociar sobre las siembras. Algunos fertilizantes granulares solubles como urea también se puede usar así. Aunque los vendedores de fertilizantes foliáceas de NPK suelen citar aumentos muy provechosos de rendimientos, aquí van algunos hechos que se deben considerar:

- * Numerosas pruebas han mostrado que las aplicaciones foliáceas de fertilizantes de NPK suelen hacer más verdes las hojas; sin embargo, no suelen resultar aumentos significativos de rendimientos de tales aplicaciones, dado que ya se está aplicando suficiente NPK al suelo.
- * Por otro lado, una prueba realizada por el CIAT en Colombia en el año 1976 obtuvo un aumento de 225 kg/ha en el rendimiento de poroto del campo rociándolo 3 veces con una solución de 2,5% (por peso) de 11-48-0 (fosfato mono-amonio) aunque 150 kg/ha de P₂O₅ ya se habían añadido al suelo. El rociado proporcionó solamente 10 kg/ha de P₂O₅; sin embargo, el suelo tuvo una capacidad muy alta para retener el P.
- * Los fertilizantes foliáceas líquidos y de polvos solubles son mucho más caros por unidad de nutrientes, en comparación con los fertilizantes normales.
- * Se pueden necesitar numerosas aplicaciones para proporcionar una cantidad significativa de NPK a través de las hojas, sin quemarlas.
- * Algunos fertilizantes de NPK foliáceas contienen micronutrientes también, pero las cantidades suelen ser insuficientes para evitar o solucionar una deficiencia.
- * Aunque los fertilizantes foliáceas actúan rápidamente (1-3 días) tienen mucho menos valor residuo del que tienen las aplicaciones al suelo.

DETERMINANDO LA DOSIS DE FERTILIZANTES

COMO SE DA LA DOSIS

Existen 2 métodos básicos para dar una dosis de fertilizantes. Usted probablemente hará uso de ambos de estos métodos:

1. Kg de fertilizante verdadero necesario por hectárea

Ejemplo: Aplicar 300 kg/ha de 10-20-10 a maíz al plantarlo, seguido por 100 kg/ha de urea (45-0-0) cuando ya tiene la altura de las rodillas.

Este tipo de dosis es bien claro, pues que dá información sobre el tipo y cantidades reales de fertilizante. Sin embargo, todavía se necesita calcular cuánto fertilizante comprar de acuerdo con el tamaño del terreno y cuánto aplicar por planta o por metro de línea de plantas; luego trataremos de eso en la sección sobre la matemática de fertilizantes.

2. kg de N, P₂O₅ y K₂O necesario por hectárea

Ejemplo: Los resultados de una prueba de suelo recomiendan las siguientes cantidades de fertilizantes para una plantación de tomates:

	----- Kg/hectárea -----		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Al transplantar	40	80	40
N adicional para dar a través de 3 aplicaciones laterales		75	

Este método de dar la dosis de fertilizante es más completado, pues que depende de usted y del agricultor a determinar la cantidad de fertilizante necesario para satisfacer la recomendación. (Trataremos de eso en la sección sobre la matemática de los fertilizantes). Este método frecuentemente es preferible al número 1 de arriba, porque los tipos de fertilizantes disponibles suelen variar mucho de un área a otra.

¿CUAL CANTIDAD Y TIPO DE FERTILIZANTE ES MAS PROVECHOSA PARA AGRICULTORES CON RECURSOS LIMITADOS?

Quizás usted ha visto cajones de fertilizantes llamados "Fertilizantes para Tomates" o "Fertilizantes para Rosas" en un negocio de productos agrícolas cuyas etiquetas a veces dan la dosis. Lastimosamente, no es tan fácil. No existe un tipo de fertilizante o cantidad del mismo que sea mejor para un tipo de siembra. Esto depende de varios factores:

- * El estatus del nutriente del suelo, que mejor se determina mediante una prueba del suelo (vea el Capítulo 7).
- * El tipo de siembra (leguminosa vs no leguminosas, etc).
- * Una meta razonable de rendimiento determinada por:
 - ** Factores limitantes de suelo, clima, humedad y pestes.
 - ** Nivel de manejo del agricultor.
 - ** Capital disponible para las inversiones necesarias.

- * Costo/beneficio que se espera en base a los rendimientos probables y el valor aproximado de la siembra. Los 2 últimos son especialmente difíciles de predecir para las siembras de hortalizas.

Qué Hacer Cuando no se Dispone de Buenas Recomendaciones?

Como se explicó en el Capítulo 7 sobre la evaluación de la fertilidad del suelo, no siempre es posible obtener resultados de pruebas del suelo ni recomendaciones confiables que sean adaptables a las circunstancias especiales de agricultores con recursos limitados. Sin embargo, se pueden desarrollar recomendaciones bastante apropiadas usando este manual y realizando algunas investigaciones locales. A continuación puede ver cómo hacerlo:

- * Empezar visitando la oficina local de Extensión Agrícola para ver si tienen resultados confiables de pruebas de fertilizantes o de suelos, realizadas sobre el mismo tipo de suelo en las granjas cercanas.
- * Averiguar si el Ministerio de Agricultura ya dispone de recomendaciones apropiadas para el suelo de que se trata, basadas en pruebas de suelos o de fertilizantes.

Si no dispone de tal información, usted no tendrá con qué empezar sino con esta guía muy útil:

LOS AGRICULTORES CON RECURSOS LIMITADOS USUALMENTE DEBEN ASPIRAR AL BENEFICIO MAXIMO POR DOLAR GASTADO. ESTO SIGNIFICA UN DOSIS BAJA O MODERADA DE FERTILIZANTE DEBIDO A LA LEY DE GANANCIAS DISMINUIDAS.

Reacciones a los Fertilizantes y la Ley de Ganancias Disminuidas

La figura 9-2 y la tabla 9-3 muestran que la reacción de los rendimientos al fertilizante sigue la ley de Ganancias Disminuídas, que tiene consecuencias especialmente importantes para los agricultores con recursos limitados.

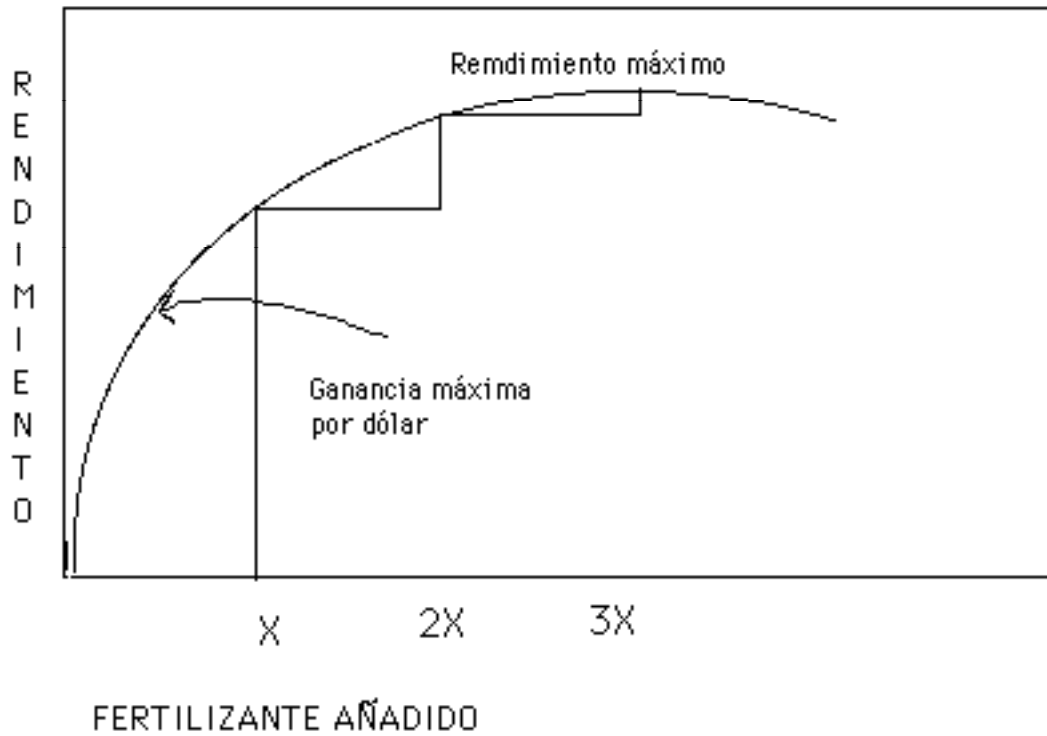


FIGURA 9-2: Gráfica que ilustra la Ley de Ganancias disminuídas y su impacto sobre la reacción a los fertilizantes.

TABLA 9-3

UN EJEMPLO DE LA LEY DE GANANCIAS DISMINUIDAS

<u>Kg de N</u> <u>Aplicado por Ha</u>	<u>Rendimiento del maíz</u> <u>en Kg por Ha</u>	<u>Rendimiento</u> <u>Aumento en Kg/Ha</u>
0	305	---
40	1372	1062
80	2135	763
120	2643	508

160	3024	381
200	3279	255
240	3457	178
280	3584	127
320	3660	76

NOTA: Cada suelo reacciona diferentemente. Este suelo era deficiente solamente en N.

- * Como muestra la figura 9-2 y la tabla 9-3, la eficiencia de la reacción a fertilizantes disminuye al aumentar la dosis. Esto significa que un agricultor con poco capital usualmente debe fertilizar mucha tierra con una dosis baja a moderada en vez de poca tierra con una dosis alta. Esta estrategia resulta en la máxima ganancia por dolar gastado en fertilizantes.
- * Los agricultores con recursos limitados no tienen capital suficiente para fertilizar toda su tierra al nivel máximo, que resultaría en la máxima ganancia total, sino una ganancia mucho menor por dolar gastado.
- * Cuando la situación de capital del agricultor mejora, quizás puede ser menos eficaz en términos de ganancia por dolar gastado y aspirar a la ganancia total máxima aplicando fertilizante por hectárea (si es que no se sacrifican las inversiones en otras prácticas importantes). Esto es semejante a un supermercado grande que gana menos por dolar (debido a sus precios menores) pero gana más en total que un negocio pequeño debido al volumen más grande.
- * Usando una cantidad baja a moderada de fertilizante, un agricultor con recursos limitados puede fertilizar más tierra y, posiblemente, tener capital extra para invertir en prácticas mejoradas complementarias.

Para clarificar el tema, suponga que la tabla 9-3 se aplica a una familia de agricultores con recursos limitados que tiene 2 hectáreas de maíz y solamente puede comprar 80 kg de N si quiere quedar con suficiente capital para invertir en otras prácticas complementarias. Si aplica todo el fertilizante a una hectárea, se cosecharía un total de 1672 kg de las 2 hectáreas (1372 más 305). Si aplicaran 40 kg de N a cada hectárea, cosecharían 2744 kg de maíz, o 1067 kg más que en el primer caso.

Sustitución de fertilizantes para la tierra: Se puede discutir que en el caso de arriba se requiere más trabajo para fertilizar dos hectáreas en vez de una. Sin embargo, el otro lado del asunto es que el uso de fertilizante puede reducir la cantidad de tierra (y, de trabajo también) requerida para producir una cantidad dada de cosecha así reduciendo costos y permitiendo más variedad de producción.

ALGUNAS GUIAS PARA DOSIS BAJAS, ALTAS Y MODERADAS DE NPK

La tabla 9-4 dá algunas figuras aproximadas para dosis baja, moderada y alta de NPK, basada en las condiciones de agricultura con recursos limitados. Aun las dosis "altas" se consideran bajas para muchos agricultores norteamericanos y europeos que tienen acceso a créditos adecuados. Por ejemplo, agricultores de la "zona de maíz" de los EE.UU. frecuentemente aplican 200 kg de N verdadero por hectárea de maíz. Tal dosis puede dar la máxima ganancia sobre el capital, pero con el precio de menos ganancia por dolar gastado, reacciones menos eficaces de producción y la contaminación posible del agua de la tierra y lagos por los nitratos excesivos.

TABLA 9-4

GUIAS PARA DOSIS BAJAS, MODERADAS Y ALTAS DE NPK
BASADAS EN AGRICULTURA CON RECURSOS LIMITADOS *

NOTA: NO USE ESTA TABLA SIN CONSULTAR LAS CALIFICACIONES LISTADAS ABAJO.

	<u>BAJA</u> (kg/ha)	<u>MODERADA</u> (kg/ha)	<u>ALTA</u> (kg/ha)
N	35-55	60-90	100 +
P2O5	25-35	40-60	70 +
K2O	30-40	50-70	80 +

* Se refiere al total NPK para una siembra; no incluye Aplicaciones al almácigo del vivero o el uso de una solución iniciadora de fertilizante en estos totales.

** "ALTA" no necesariamente significa "demasiado alta"

Calificaciones para la Tabla 9-4

1. Las dosis de P en la tabla se refieren a colocación localizada, nó a diseminación. Aproximadamente 3-10 veces más P se necesitan para diseminarlo.

2. Ha de considerar el estatus probable de la fertilidad del suelo. Un suelo con mucho K disponible recesitará poco o ningún fertilizante de K. La mayoría de los suelos que se an cultivado por unos pocos años tiene poco N. La mayoría de los suelos tienen cantidades bajas o moderadas de P.

3. Ha de considerar el tipo de siembra:
 - * Las dosis de N en la tabla 9-4 se aplica a las siembras que usan mucho, como maíz, sorgo, arroz, verduras de hojas, tomates y variedades mejoradas de papa. La mayoría de las siembras de raíces tienen necesidades moderadas de N.
 - * legumbres Vs. no-legumbres: Maní, caupi, soja, poroto "mung", arveja de paloma, garbanzo y poroto alado fijan N muy eficazmente y raras veces requieren fertilizantes de N cuando hay el tipo apropiado de bacteria rhizobia. Porotos (Phaseolus vulgaris) y arvejas de jardín (Pisum sativum) son aproximadamente la mitad tan eficaces y pueden usar hasta 50-60 kg/ha de N.
 - * Las bananas y las siembras de raíces feculentas como taro, mandioca y papa tienen las mayores necesidades de K. Los cereales reaccionan menos que las legumbres a K añadido, pues que extraen K en forma más eficaz.
 - * Antes de usar la tabla 9-4 se debe ver si la siembra figura en el Capítulo 10, donde se dan guías más específicas para el uso de fertilizantes.

4. También ha considerar los factores limitantes como humedad, pestes, enfermedad, problemas del suelo, clima, nivel de manejo por el agricultor, etc. que pueden cambiar las reacciones a los fertilizantes. Estos factores se tratan detalladamente luego en este Capítulo en la sección sobre el manejo integrado de la producción de cosechas.

GUIAS PARA LAS DOSIS DE MAGNESIO Y MICRONUTRIETES

Las siguientes son dosis generalizadas para solucionar deficiencias cuando no se dispone de recomendaciones específicas sobre ubicación. También, se puede buscar la siembra específica en el capítulo 10 para ver si se dan recomendaciones más exactas. Las siembras diferentes, y aún las variedades de las mismas, varían en sus necesidades de micronutrientes.

NOTA: Se debe usar un agente humecedor (regador) para hacer aplicaciones foliáceas uniformes; si no se dispone de un producto comercial, se puede usar un detergente débiles a 1-3 cc/litro para lavar platos.

MAGNESIO _____ 30-35 kg/ha de magnesio verdadero que iguala 150-175 kg/ha (15-18 gr x m² de sales "epson" (sulfato de magnesio), que contienen

aproximadamente 20% Mg puro. Para aplicaciones foliáceas, usar 12-28 gramos por litro de agua.

HIERRO_____ Para aplicar al suelo, se debe usar hierro quelatado (9-12% hierro) con una dosis de 20-40 Kg/ha para evitar su retención por el suelo. El sulfato ferroso (20% Fe) es muy eficaz para aplicación foliácea de 1-2% de rociado (10-20 gramos de sulfato ferroso por litro de agua).

MANGANESO_____ El sulfato de manganeso se puede aplicar en bandas con una dosis de 5-10 kg/ha, para evitar su retención por el suelo (se puede mezclar con el fertilizante NPK). Las aplicaciones foliáceas de sulfato de magnesio pueden ser muy eficaces, regando con 1-2% (10-20 gramos de sulfato de manganeso por litro de agua).

COBRE_____ El sulfato penta-hidrato de cobre (25% Cu) se puede diseminar con una dosis de 25-40 kg/ha (2,5-4 gramos por metro cuadrado) en suelos minerales y 100-300 kg/ha (10-30 gramos por metro cuadrado) en suelo de turba. Las aplicaciones foliáceas se pueden realizar usando 3-6 gramos de sulfato penta-hidrato de cobre por litro de agua.

ZINC_____ 10-40 kg/ha (1-4g/metro cuadrado) de sulfato de zinc; en dosis menores si se aplica en bandas. Vea mavoeres si se aplica por diseminación. Las aplicaciones foliáceas son muy eficaces con una solución de 1-2% sulfato de zinc (10-20 g/litro).

BORO_____ El borax (11% B) se puede diseminar con una dosis de 10-25 kg/ha (1,0-2,5 g/metro cuadrado) para legumbres y ciertas siembras de raíces como batata; para otras siembras, se puede usar 5-10 kg/ha de borax (0,5-1,0 g/metro cuadrado). Se debe usar menos en suelos arenosos. El boro puede dañar fácilmente plantas o semillas al aplicarse a una dosis muy elevada o muy cerca a las hileras de plantas.

MOLIBDENO_____ La deficiencia de Mo es más común en suelos muy ácidos debido a su retención; añadir cal frecuentemente puede solucionar una deficiencia. Molibdato de sodio (40% Mo) se puede diseminar con una dosis de 500-1000 gramos/ha. Tratar las semillas con molibdato de sodio o de amonio es el método más común para tratar deficiencias de Mo (vea la sección sobre soja en el Capítulo 10). La excesiva aplicación de Mo a siembras de forraje puede ser tóxica al ganado.

LA IMPORTANCIA DE LOGRAR LA PROPORCION CORRECTA DE NUTRIENTES

Si 2 o más nutrientes son deficientes simultáneamente (que es muy probable), añadir solamente uno puede dar resultados muy desanimadores. Por ejemplo, mire los resultados de la prueba de fertilizantes abajo realizado en un suelo deficiente en ambos N y P:

<u>Tratamiento</u>	<u>Rendimiento de Maíz por hectárea</u>	<u>Aumento de Rendimiento</u>
Minguno	240 kg	-----
Solamente N	720 kg	480 kg
Solamente P	1120 kg	880 kg
N + P	3250 kg	3110 kg

En otros casos, un exceso de un nutriente relativa a otro puede causar desequilibrios:

- * Una proporción alta de potasio en el calcio puede reproducir una deficiencia de calcio en el maní.
- * Una proporción alta de potasio o amonio N relativa a magensio puede causar una deficiencia de magnesio en siembras susceptibles como el tabaco y pastos de forraje.
- * Aplicaciones grandes de fósforo pueden causar deficiencias de hierro o zinc, especialmente al aplicarse con un método de CL. (Por otro lado, el fertilizante de P mejora la disponibilidad de manganeso; esto puede ser importante para siembras como avena, soja, maní y poroto, que son especialmente susceptibles a deficiencias de manganeso).
- * Una proporción alta de calcio o magensio puede causar una deficiencia de magnesio. Esto es común cuando se añade cal en formas que contienen calcio puro a los suelos ácidos con materiales que sólo contienen calcio en vez de usar la piedra caliza dolomítica.
- * Añadir demasiado cal a un suelo puede causar deficiencias de los micronutrientes (excepto el molibdeno).
- * El exceso de cobre y magnesio puede causar deficiencias de hierro y vice-versa.

RECOMENDACIONES PARA EL USO CORRECTO DE FERTILIZANTES

Ahora se puede entender que los fertilizantes químicos requieren mucho más adiestramiento para utilizarse bien de lo que requieren los orgánicos, en términos de elección de fertilizantes, cantidad, cálculos de dosis y aplicación. Ahora que hemos tratado de la mayoría de estos asuntos, se puede ver fácilmente porque la mala aplicación de los fertilizantes químicos es un problema muy común en el Tercer Mundo o en otros lugares.

Ojalá que este Capítulo le haya proporcionado una base sólida para el uso de apropiados fertilizantes químicos. Para ayudar a resumir todos los principios y prácticas tratados, vamos a practicar algunas formas de hacer desaparecer recomendaciones defectuosas comunes a los fertilizantes.

¿Qué se debe enfocar?: Al evaluar una recomendación de fertilizantes, se debe observar lo siguiente:

- * Tipo de fertilizante.
- * Cantidad de fertilizante.
- * Método de aplicación: DS vs CL, profundidad, distancia.
- * Tiempo de las aplicaciones.
- * Porción del N total aplicado al plantar/transplantar.

RECOMENDACION 1: 250 kg/ha de 14-14-14 diseminado y dejado sobre la superficie del suelo un día antes de plantar repollo chino, seguido por 140 kg/ha de nitrato de amonio (33-0-0) después de un mes aplicado en una banda de 20 cm fuera de la hilera de plantas y a 2 cm de profundidad.

¿QUE ES INCORRECTO?: Esta recomendación aplica un total de 85 kg N, 35 kg P₂O₅, y 35 kg K₂O por hectárea. La dosis de N está en la categoría moderada, y las de P y K en la categoría baja, que está bien dada si el suelo no es muy deficiente en P o K. Sin embargo, diseminar una cantidad tan baja de P es un error grave y resultará en la retención e indisponibilidad de la mayoría del P. El fertilizante se debe aplicar en bandas. Recuerde que la tabla de cantidades de fertilizantes (Tabla 9-4) se basa en colocación localizada del P; 3 a 10 veces más o aún más puede ser necesario si es diseminado. También es un error grande dejar el 14-14-14 sobre la superficie; el P diseminado es inmóvil y no llegará a las raíces si no se mezcla bien con los 15-20 cm superiores del suelo con una azada o arado. La porción del N total (40%) aplicado al plantar está bien. La aplicación lateral de N se aplica correctamente y en el momento correspondiente.

RECOMENDACION 2: 125 kg/ha de urea (45-0-0) aplicado al plantar sorgo de granos, seguido por una aplicación lateral de 200 kg/ha de 16-20-20 al llegar a la altura de las rodillas.

¿QUE ES INCORRECTO?: ¡Use al revés! El fertilizante de NP o NPK siempre se debe aplicar al plantar o trasplantar, nunca como una aplicación lateral. El P requiere aplicación temprana, pues las plantas jóvenes necesitan concentraciones altas de P en sus tejidos para el y pronto crecimiento y desarrollo de la raíz. Además, aplicar la urea al primero proporciona mucho más N (63% del total) que la 1/3 a 1/2 que se debe aplicar al plantar. ¿Y qué pasa con la dosis de NPK? Se aplican aproximadamente 88 kg N, 40 kg P₂O₅, y 40 kg K₂O por hectárea estando estas cantidades dentro de la categoría aceptable de la tabla de dosis que aparece en unas páginas anteriores. Sin embargo, algún K adicional puede ser necesario si el suelo tiene un nivel deficiente.

RECOMENDACION 3: 300 kg/ha de urea (45-0-0) aplicado al plantar sorgo de granos, seguido por una aplicación lateral de 200 kg/ha de 16-20-20 al llegar a la altura de las rodillas.

¿QUE ES INCORRECTO?: Primeramente, el semi-círculo para la aplicación inicial de NPK esta demasiado lejos de las plantas (30 cm). La anchura de un palmo (10 cm) permitirá el uso más temprano del fertilizante. La profundidad de 5 cm del semi-círculo es correcta, dado que hay suficiente humedad para mover el P hacia abajo hasta las raíces.

Segundo, la aplicación lateral de N se pone demasiado cerca (10 cm) de los tallos y puede dañar a las plantas; se debe colocar a aproximadamente 20-25 cm de los tallos.

La dosis de NPK parece razonable, aunque más K puede ser necesario en un suelo de poca cal. Las aplicaciones laterales mensuales son apropiadas, con la dosis de 30 kg/ha de N verdadero por aplicación. En el caso del tomate enredadera bien manejado, el periodo de cosecha puede durar 6 meses o más, requiriendo así 6 o más aplicaciones laterales con un total de 180 kg/ha o más de N verdadero. Esto puede parecer excesivo, pero no lo es al considerar el período inusualmente largo de producción y el rendimiento potencial.

RECOMENDACION 4: 300 kg/ha de 16-20-0 aplicado al plantar mani, seguido por una aplicación lateral de 100 kg/ha de urea (45-0-0) después de 30 días.

¿QUE ES INCORRECTO?: El maní es una legumbre que fija N muy eficazmente y suele satisfacer todas sus necesidades de N si hay el tipo correcto de bacteria de rizobia en el suelo. Aún si al suelo le falta el tipo correcto de rizobia, sería mucho más barato inocular las semillas con bacteria en vez de comprar fertilizante N (leer la sección sobre maní en el capítulo 10). También, K puede ser necesario.

RECOMENDACION 5: Diseminar 400 kg/ha de 10-10-20 sobre un almácigo de vivero por trasplante y mezclarlo con los 5 centímetros superiores del suelo con un rastrillo. (Suponga que no hay estiércol disponible).

¿QUE ES INCORRECTO?: Primero, un rastrillo no mezclará el P diseminado en forma suficientemente profundo en el suelo para su uso óptimo por las raíces. Se necesita una azada para mezclar el fertilizante en los 10 cms superiores del suelo.

Segundo, diseminar es el único método factible para aplicar fertilizante NPK a un almácigo de un vivero (especialmente si las semillas se diseminan), pero la dosis de P es muy baja para este método. No solamente hay que aumentar la cantidad de 10-10-20, pues así se aplicaría demasiado N y especialmente demasiado K para proporcionar suficiente P. El problema verdadero es la proporción del fertilizante (1:1:2). Para aplicar la alta cantidad de P necesaria (se requiere hasta 10 veces la cantidad usual cuando se usa el método DS) sin aplicar demasiado N y K, se necesita un fertilizante con la proporción de aproximadamente 1:3:1 o 1:4:1. Si tal fertilizante no es disponible, lo puede fabricar mezclando 10-10-20 con superfosfato simple (0-

20-0) o triple (0-48-0). Este proceso se explica en la sección sobre matemática de fertilizante al fin de este Capítulo.

RECOMENDACION 6: 100 kg/ha de 16-48-0 aplicado al plantar maíz, seguido por 400 kg/ha de sulfato de amonio (20-0-0) cuando emergen las borlas y las sedas del maíz.

¿QUE ES INCORRECTO?: Primero, un total de 96 kg/ha de N se aplica en las dos aplicaciones (16 + 80), que es aceptable dado que la humedad es adecuada y la siembra bien manejada, pero, se debe aplicar 1/3 a 1/2 del N total al plantar. En este caso, solamente se aplicó aproximadamente 16% del N al plantar, que es insuficiente. Como regla general, por lo menos 30 kg/ha de N verdadero se debe aplicar al plantar, principalmente para ayudar a evitar la retención temporaria del suelo por la bacteria que está descomponiendo los residuos de siembras (vea el capítulo 6 bajo N). El problema con 16-48-0 es que su proporción de 1:3:0 resulta en insuficiente N aplicado dada la dosis necesaria para proveer de 48 kg/ha de P₂O₅ (una dosis aceptable). Una solución del problema podría ser añadir 20-0-0 al 16-48-0 para proporcionar el N adicional necesario al plantar.

Segundo, la aplicación lateral de N es demasiado tardía. En los climas calurosos, el maíz empieza a formar borlas y sedas 50 a 70 días después de plantarse. Una aplicación tan tardía de N dará mucho menos aumento de rendimiento que la necesidad de N de las plantas comienza al llegar a la altura de las rodillas. Esto suele ser el tiempo mejor para aplicar N lateralmente.

Tercero, la cantidad de P es aceptable, pero se puede llegar a la necesidad de K

RECOMENDACION 7: Hacer una solución inicial preparada disolviendo 4 cc de urea (45-0-0) en un litro de agua y aplicando 250 cc alrededor de la base de cada nuevo transplante de tomate. Ningún otro fertilizante químico u orgánico se aplica durante el periodo de crecimiento.

¿QUE ES INCORRECTO?: La urea tendrá poco beneficio como solución iniciadora. Lo que se necesita es un fertilizante NP o NPK con una porción buena de P que ayudará a animar el crecimiento de nuevas raíces. Un fertilizante de P directo se puede usar, pero N ayuda a estimular la absorción de P por las raíces. Algunos ejemplos de fertilizantes apropiados para fabricar soluciones iniciadoras son 12-24-12, 10-30-10, 18-46-0 y 16-20-0.

Adicionalmente, la solución iniciadora no está pensada para reemplazar la aplicación usual de fertilizantes NP o NPK ni las aplicaciones laterales. Proporciona sólo bastante nutrientes para la primera semana más o menos de crecimiento. (Para más información sobre soluciones iniciadoras, vea la sección sobre verduras en el Capítulo 10).

RECOMENDACION 8: En el momento de plantar papas, aplicar 10-20-10 en bandas justamente abajo de las semillas, pero con una separación 3-4 cm

de suelo. Un mes después de brotar aplicar urea lentamente sobre la superficie del suelo a lo largo de las hileras de plantas.

¿QUE ES INCORRECTO?: Primero, existe el peligro de quemar las papas debido al movimiento hacia arriba de las sales del fertilizante cuando el suelo se seca entre los riegos y la lluvia. La banda de fertilizante se debe aplicar aproximadamente a 3 dedos (7,5cm) de distancia del costado o separada verticalmente de las semillas por lo menos 12 cm del suelo.

Segundo, la urea libera gas de amoniaco suelto que causará pérdidas significativas de N si no se le mezcla un poco con la tierra. La lluvia o el riego desde arriba pueden sacar el fertilizante de las lomas o "cerros" en que usualmente se cultivan papas. Aplicar la urea antes de que el suelo cubra las plantas o de que éstas sean desherbadas es un método de hacerlo sin trabajo extra.

APROVECHAR AL MAXIMO EL USO DE FERTILIZANTES: MANEJO DE COSECHAS COMO UN SISTEMA INTEGRADO

Es verdad que el uso de fertilizantes puede ser el factor que más aumenta el rendimiento, especialmente en suelo poco fértiles. Sin embargo, es importante reconocer que la fertilidad baja del suelo es solamente uno de los muchos factores limitantes que puede afectar el rendimiento de la cosecha. Muchos agricultores y extensionistas han aprendido por dura experiencia que el uso de fertilizantes químicos solamente puede dar resultados desalentadores. Como una inversión única, los fertilizantes químicos tienen una mayor desventaja porque no proporcionan ninguno de los beneficios adicionales de los fertilizantes orgánicos (por ejemplo, mejor condición física del suelo, etc.). En tal caso, es particularmente importante asegurar que los otros factores limitantes, sean tratados aparte de la fertilidad del suelo solamente.

El Método "Paquete" Para Mejorar el Rendimiento

Una parte esencial del manejo exitoso de una hacienda o huerta es seleccionar e implementar un sistema integrado de prácticas complementarias para favorecer la producción y controlar los factores limitantes principales. Tratar de mejorar varios factores limitantes al mismo tiempo suele dar un aumento más impresionante de rendimiento que tratándolos uno por uno. Un "paquete de prácticas" bien diseñado y apropiado verdaderamente reducirá el riesgo del agricultor y el efecto cinérgico puede ser notable. Los resultados de una prueba hecha por un granjero con trigo de áreas secas en Méjico, mostrados abajo, son un buen ejemplo:

<u>Tratamiento</u>	<u>Aumento del rendimiento</u>
Fertilizante solo	5%
Riego solo	135%

Algunas Objeciones Posibles al Método "Paquete"

En Two Ears of Corn, el libro muy respetado sobre Extensión Agrícola Rural, el autor Roland Bunch señala las desventajas posibles de las tecnologías en "paquetes" que incluyen más de 2 o 3 prácticas nuevas. Él prefiere expresamente limitar la tecnología por varias razones:

- * La mayoría de los proyectos exitosos de extensión basados en la gente son los que comienzan lentamente y en escala limitadas. Cada nueva práctica aumenta la dificultad del programa en términos de investigación, entrenamiento (de extensionistas y agricultores), supervisión y disponibilidad de inversiones.
- * Para que las innovaciones sean exitosas por un largo plazo, tienen que ser adoptadas por una porción significativa de los agricultores (aproximadamente 25-45%). Esta "porción esencial" es necesaria para asegurar la adopción común eventual. Los paquetes sencillos causan menos confusión y permiten negar a más personas.
- * Los paquetes sencillos que incluyen un mínimo de inversiones de capital son más fácilmente factibles para los agricultores pequeños. Los paquetes con altas inversiones favorecen más a los agricultores más ricos.
- * Los paquetes que logran aumentos espectaculares de rendimiento o ingreso pueden alentar aun más la disparidad en una comunidad y causar envidia y resentimiento. Adicionalmente, los agricultores con recursos limitados (como la mayoría de nosotros) pueden usar tales aumentos súbitos de ingreso imprudentemente.

Es importante notar que un "paquete" no necesita incluir compras que requieran mucho dinero. Al trabajar con agricultores con recursos limitados o con proyectos de horticultura, existen varios paquetes de poco o ningún costo, cuya introducción puede preceder o acompañar al uso de fertilizantes químicos (u orgánicos). Por ejemplo:

- * Desherbar más oportuna y completamente
- * Elegir mejores siembras y variedades
- * Manejar mejor el agua (vea el Capítulo 5)
- * Espaciar y enrarecer mejor las plantas
- * Controlar la erosión (vea el Capítulo 3)
- * Cercos
- * Cubiertas o capas del suelo
- * Mejorar la anotación de datos

ALGUNOS FACTORES LIMITANTES QUE PUEDEN AFECTAR GRAVEMENTE LAS REACCIONES A FERTILIZANTES

Humedad Disponible

Las siembras no pueden usar tanto fertilizante cuando la humedad es limitada, aunque una dosis baja o moderada ayuda a mejorar la eficiencia del uso de agua. Por ejemplo, en los trigales de regiones semi-áridas de los EE.UU., las recomendaciones para fertilizantes de nitrógeno frecuentemente se basan en la cantidad de humedad almacenada en el subsuelo y el pronóstico de lluvia.

Las siembras resistentes a la sequía, como el sorgo y el mijo, exhiben mucho menos reacción a fertilizantes al cultivarse bajo condiciones de poca lluvia, en comparación a cuando la humedad es suficiente para buenos rendimientos. En verdad, los fertilizantes pueden ser no beneficiosos cuando la humedad es muy limitada.

Otro caso relacionado con la humedad es que el uso de fertilizantes probablemente no será rentable en la agricultura recesional. En este sistema, las siembras se plantan en el suelo saturado de las orillas de los ríos son la recesión del agua al fin de la estación de la lluvia. En este caso, cualquier fertilizante aplicado pronto quedará en suelos secos al bajar el nivel de agua, si no es factible regar la siembra con agua del río o de otra parte.

Tipo de siembra

Dada una humedad adecuada y una variedad apropiada, los cereales de grano, la mayoría de los pulsos y verduras, banana, caña de azúcar y forraje suelen reaccionar más a los fertilizantes que el café, el cacao y la mayoría de los árboles. La soja y el maní suelen reaccionar mejor a la fertilidad residual de aplicaciones a siembras anteriores.

Variedad

Las variedades mejoradas, incluyendo los híbridos, suelen reaccionar mejor a los fertilizantes que las variedades tradicionales, aunque no siempre es así. Por ejemplo, durante los primeros años del Proyecto Maíz en Puebla, Méjico, algunas de las variedades nativas consistentemente producían mejor que cualquier variedad preparada por los agrónomos. En la India, por otro lado, un híbrido bien adaptado producía 4 veces más que la variedad local al cultivar ambos bajo el mismo paquete de prácticas.

Variedades de la misma siembra pueden variar mucho en sus características importantes, aparte de la reacción a los fertilizantes, como tolerancia a la sequía y al calor y resistencia a enfermedades y nematodos. Cada una de estas características puede cambiar mucho el rendimiento. Hay que asegurar que la variedad usada sea bien adaptada a las condiciones del área que influyen sobre el crecimiento. Debe ser especialmente cautelosos con las semillas

donadas por agro-industriales estadounidenses que frecuentemente distribuyen las agencias de caridad.

Epoca de plantar: Es algo importante que hay que considerar en las áreas donde la plantación retrasada, prematura o fuera de estación, aumentan la probabilidad, de limitar el rendimiento tal como el calor o el frío excesivo, demasiada o muy poca humedad, insectos y enfermedades.

Densidad de las plantas (Población de las plantas)

La densidad insuficiente de las plantas es una causa común de la limitada reacción al fertilizante, especialmente en los cereales de granos. Donde existen suelos de baja fertilidad, los agricultores suelen cultivar menos plantas por hectáreas para que cada planta obtenga una porción mejor de nutrientes cuya cantidad es limitada. Tal baja población de plantas puede no responder bien a los nutrientes añadidos. La razón para eso es que los factores determinantes del rendimiento de las plantas individualmente, como el número de espigas por planta, tamaño de la espiga, o semillas por cabeza, pueden alcanzar su límite con dosis relativamente bajas de NPK. De ser así, podría ser necesario incrementar la población de plantas cuando el fertilizante es introducido para lograr mejores rendimientos de granos. Se debe ser cuidadoso, sin embargo, puesto que las variedades difieren en su tolerancia de población y las densidades muy grandes pueden hacer doblar los tallos en siembras de cereales o agotar la humedad escasa en las áreas susceptibles a la sequía.

Factores limitantes del suelo: La mala condición física, el desagüe. El suelo compactado, la baja capacidad para almacenar agua y los problemas de PH tienen efectos adversos sobre la reacción de las siembras a los fertilizantes.

Manejo de malezas: Las malezas no solamente compiten con la siembra en luz solar, el agua y nutrientes, sino también albergan insectos y enfermedades.

Nivel de manejo: La disposición del agricultor o del proyecto para implementar el nivel mínimo requerido de manejo son factores esenciales. Esto incluye capacidad general para el manejo tal como programación y conveniencia, las prácticas esenciales de control de insectos y de malezas cuando sea necesario.

ENTENDIENDO LA MATEMÁTICA DE LOS FERTILIZANTES

Hay una cantidad sorprendente de matemáticas necesaria para usar los fertilizantes químicos. Esta sección trata de los siguientes conocimientos prácticos de la matemática de los fertilizantes:

- * Convertir una recomendación de fertilizantes de una base de N-P₂O₅-K₂O al tipo y cantidad de fertilizante verdadero requerido.

- * Elegir el fertilizante más económico.
- * Mezclar fertilizantes.
- * Determinar la cantidad de fertilizante requerido por área, por planta, y por longitud de hileras.
- * Convertir la dosis de fertilizantes de peso a volúmen.

USE EL SISTEMA METRICO: Simplifica mucho la matemática de fertilizantes y la mayoría de los otros cálculos. Aun si su país no usa el sistema métrico, bien vale usarlo para los cálculos. Aquí vemos como convertir rápidamente algunas unidades comunes no-métricas al sistema métrico (vea también el Apéndice A).

libra/acre X 1,12 = kg/ha

1 libra = 0,454 kg = 454 g

1 acre = aproximadamente 4000 metros cuadrados (verdaderamente 4048 m²)

1 manzana (América Latina) = 7000 metros cuadrados

4" = 10 cm

8" = 20 cm

12" = 30 cm

16" = 40 cm

18" = 45 cm

24" = 60 cm

30" = 75 cm

32" = 80 cm

36" = 90 cm

40" = 100 cm

CONVIRTIENDO RECOMENDACIONES DE UNA BASE DE N, P₂O₅, K₂O AL TIPO Y CANTIDAD REAL DE FERTILIZANTE REQUERIDO

Como se explica en el Capítulo 9, las recomendaciones de fertilizantes no siempre se dan en clase y cantidad real de fertilizante. En vez de eso, hay folletos técnicos y laboratorios para probar suelos que frecuentemente dan recomendaciones en términos de cantidad necesaria por hectárea de N, P₂O₅ y K₂O. En este caso, depende de usted y del agricultor determinar qué tipo y cantidad real según la clase de fertilizante, se necesitan por hectárea para cumplir esta recomendación. Vamos a ver un problema práctico:

PROBLEMA 1: Una cooperativa agrícola acaba de recibir la siguiente recomendación de fertilizantes para un sembrado de tomates de una hectárea.

	<u>kg/hectáreas</u>		
	N	P2O5	K2O
Al transplanar	40	80	40
1a aplicación lateral a 30 días	30		
2a aplicación lateral a 60 días	30		
3a aplicación lateral a 60 días	30		

Suponga que la tienda de productos agrícolas local tiene los siguientes fertilizantes. ¿Qué tipo se necesitará, qué cantidad de cada uno y cuánto costará?

<u>Fertilizantes disponibles</u>	<u>Precio de una bolsa de 50 kg</u>
15-15-15	\$18
16-20-0	\$15
20-10-5	\$14
10-20-10	\$16
20-0-0	\$12

SOLUCION:

PASO 1: Empecemos con la dosis de transplantar de 40-80-40. Primero se debe mirar la proporción de N, P2O5 y K2O y después buscar un fertilizante con una proporción semejante. La cifra 40-80-40 tiene la proporción 1:2:1. Al mirar la lista de fertilizantes, se ve que el 10-20-10 es el único con la proporción 1:2:1, así pues es éste el fertilizante necesitado.

PASO 2: Existen 2 métodos para determinar la cantidad de 10-20-10 se necesita para proporcionar los 40 kg N, 80 kg K2O5, y 40 kg K2O requeridos para la hectárea.

- Se sabe que cada 100 kg de 10-20-10 proporciona 10 kg de N, 20 kg de P2O5 y 10 kg de K2O. Por tanto, 400 kg proporcionarían 40-80-40.
- El segundo método es dividir el porcentaje de N, P2O5 o K2O en el 10-20-10 dentro de la respectiva cantidad de N, P2O5 o K2O necesarios. Hagamos esto usando N:

$$\frac{40 \text{ kg de N requerido}}{10\% \text{ N en el fertilizante}} = \frac{40 \text{ kg}}{0,10} = 400 \text{ kg 10-20-10 requeridos}$$

Debe notar que tendría la misma solución usando P₂O₅ o K₂O, así solamente tiene que realizar esta división una vez.

PASO 3: Ahora, ¿Qué pasó con las aplicaciones laterales de 30 kg N cada una? En este caso, elegir el fertilizante apropiado es fácil, pues que el 20-0-0 es el único fertilizante que contiene solamente N. Para saber cuánto 20-0-0 se necesitará para proporcionar los 30 kg de N necesarios para una aplicación lateral, se usa uno de los métodos del PASO 2, a saber:

- a. Se sabe que cada 100 kg de 20-0-0 proporciona 20 kg de N. 200 kg proporcionan 40 kg de N. Así se necesita 150 kg de 20-0-0 para proporcionar 30 kg de N ($150 \times 20\% = 30$).
- b. Se divide 30 kg por 20%, que da el resultado de 150 kg.

Se necesitan entonces 3 aplicaciones de 150 kg 20-0-0 cada una, para un total de 450 kg.

PASO4: Ahora que ya se ha determinado que se necesitan 400 kg de 10-20-10 y 450 kg de 20-0-0 por hectárea, se puede calcular el costo del tratamiento:

400 kg de 10-20-10 por \$16/100 kg=	\$64
450kg de 20-0-0 por \$12/100 kg=	<u>\$54</u>
	\$118 total

No siempre se puede cumplir exactamente una recomendación, porque a veces el tipo correcto de fertilizante no se puede obtener localmente. De cualquier modo, no tiene que ser exacto, pues que las pruebas de suelo y las recomendaciones tampoco son exactas. Pero se debe procurar alcanzar 10-25% de la cantidad sugerida. No hay problema si se necesita aplicar más P del necesario para proporcionar suficiente K o vice-versa; el P no se filtra, y K es bastante inmóvil. Sin embargo, se debe evitar aplicar demasiado N al plantar, o las pérdidas por filtración pueden ser grandes.

Vamos a examinar una situación en que los fertilizantes no cumplen exactamente con la recomendación (Problema 2).

PROBLEMA 2: La prueba del suelo recomendó que la señora Fatou fertilizara su sembrado de maíz así:

	<u>Kg por hectárea</u>		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Al plantar	30	50	40

Dados los siguientes fertilizantes, ¿cuánto y qué tipo se necesitará por hectárea?

Fertilizantes disponibles

12-24-12
13-13-20
14-14-14
18-46-0
33-0-0

SOLUCION

PASO 1: Empecemos con la recomendación de plantar de 30 kg N, 50 kg P₂O₅ y 40 kg K₂O. Esta recomendación tiene una proporción de 3:5:4 (o de 1:1,7:1,3). Ninguno de los fertilizantes disponibles tiene tal proporción, pero el 12-24-12 es el más cercano con la proporción de 1:2:1.

PASO 2: Vamos a ver cuánto 12-24-12 se necesita para proporcionar los 30 kg de N inicial:

$$\frac{30 \text{ kg de N necesarios}}{12\% \text{ N en fertilizante}} = 250 \text{ kg de 12-24-12}$$

250 kg de 12-24-12 por hectárea proporcionará 30 kg de N, 60 kg de P₂O₅ y 30 kg de K₂O. A esto le falta aproximadamente 25% del K₂O pero, le sobra alrededor de 20% del P₂O₅. Esto es todavía satisfactorio, pero qué pasaría si tratamos de proporcionar la cantidad exacta sugerida de P₂O₅ (50kg) usando el 12-24-12?:

$$\frac{50 \text{ kg de P}_{2}\text{O}_{5} \text{ necesarios}}{24\% \text{ P}_{2}\text{O}_{5} \text{ en fertilizante}} = 208 \text{ kg de 12-24-12}$$

208 kg de 12-24 12 proporciona 25-50-25, o aproximadamente 20% menos N y 40% menos K₂O de la cantidad sugerida.

La tercera opción es ver cuanto 12-24-12 se requiere para proporcionar la cantidad exacta (40kg) de K₂O sugerida para:

$$\frac{40 \text{ kg de K}_{2}\text{O} \text{ necesarios}}{12\% \text{ K}_{2}\text{O} \text{ en fertilizante}} = 333 \text{ kg de 12-24-12}$$

333 kg de 12-24-12 hectárea proporciona 40-80-40, que es aproximadamente 30% más N y 60% más P₂O₅ que se necesita al plantar. Se podría ajustar el N extra aplicando menos en forma lateral, pero no hay forma de compensar los 30 kg de P₂O₅ extra aplicados. No obstante, algo de este exceso estará a disposición de futuras cosechas aunque a expensas de tener que comprar alrededor de 30% más 12-24-12, en comparación con la dosis de 250 kg.

Tenemos entonces que, de las 3 opciones, la primera que consiste en aplicar 250 kg de 12-24-12 es la mejor.

PASO 3: Ahora por la aplicación lateral de N. El fertilizante 33-0-0 (nitrato de amonio) es la única fuente correcta de N, y, por lo tanto, la única que se debe usar. Calcular la cantidad necesaria para proporcionar los 50 kg de N así:

$$\frac{50 \text{ kg de N necesarios}}{33\% \text{ N en fertilizante}} = 150 \text{ kg de 33-0-0 necesario.}$$

ELIGIENDO EL FERTILIZANTE MAS ECONOMICO

No se pueden comparar los fertilizantes 14-14-14 y 10-30-10 en base al costo unitario de nutriente, por dos razones:

- * Un fertilizante con la proporción 1:1:1 puede ser más adecuado que uno con la proporción 1:3:1, o vice versa, dependiente de la siembra y el suelo.
- * N, P₂O₅ y K₂O no necesariamente cuestan lo mismo por kg de nutriente.

Sin embargo, se pueden comparar fertilizantes que contengan solamente uno de los "3 grandes", como urea (45-0-0) vs. sulfato de amonio (20-0-0), sulfato simple vs superfosfato triple (0-48-0). También se pueden comparar fertilizantes de NP o NPK que contienen proporciones iguales, como 10-20-10 y 12-24-12.

Al comparar varias fuentes de un nutriente en términos de costo, lo que importa es el costo por kg de nutriente, no el costo por bolsa de fertilizante. Vamos a ver un problema práctico:
PROBLEMA 3: ¿Cuál de los siguientes 3 fertilizantes es la más económica fuente de N, sin otras consideraciones?

<u>Fertilizante</u>	<u>% N</u>	<u>Costo por bolsa (50 kg)</u>
Urea	45%	\$18.00
Nitrato de amonio	33%	\$15,84
Sulfato de amonio	21%	\$11,76

SOLUCION

Aunque el sulfato de amonio tiene el menor precio por bolsa, no es necesariamente el más barato. La prueba verdadera es el precio por kg de N. Así es como se le debe calcular:

UREA: Una bolsa de 50 kg contiene 22,5 kg de N (50 kg x 45%).

$$\frac{\$ 18,00}{22,5 \text{ kg N}} = \$0,80 \text{ por kg de N}$$

NITRATO DE AMONIO: una bolsa de 50 kg contiene 16,5 kg de N.

$$\frac{\$ 15,84}{16,5 \text{ kg N}} = \$0,96 \text{ por kg de N}$$

SULFATO DE AMONIO: Una bolsa de 50 kg contiene 10,5 de N.

$$\frac{\$ 11,76}{10,5 \text{ kg N}} = \$1,12 \text{ por kg de N}$$

Así, la urea es la fuente más barata de N. Usualmente, el fertilizante con la mayor concentración de nutriente será más económico debido a los costos menores de transporte por unidad de nutriente verdadero. Sin embargo, no siempre es así.

Pueden ser importante otros factores además del costo por kg de nutriente. Aunque es el más económico (en este caso), la urea es una fuente muy concentrada de N; los agricultores no acostumbrados a usar urea pueden aplicar demasiado, así malgastando dinero o aun dañando sus cosechas.

El sulfato de amonio frecuentemente es la fuente más cara por kg de N, pero puede ser la mejor elección para suelos deficientes de azufre, si no se usa otro fertilizante que contenga azufre al plantar. Por otro lado, el sulfato de amonio es considerablemente más formador de ácido en su largo plazo de efecto sobre el PH del suelo de lo que es la urea o el nitrato de amoniaco (vea la Tabla 9-1). El nitrato de amonio es una fuente de N más rápidamente objetable que el sulfato de amonio o la urea, pues la mitad de su N ya está en la forma móvil de nitrato. Puede ser la mejor elección cuando una siembra muestra señales de deficiencia de N (vea el Apéndice E), o cuando se ha retrasado una aplicación lateral.

MEZCLANDO FERTILIZANTES DIFERENTES

Existen casos en que es necesario mezclar 2 o 3 fertilizantes diferentes para lograr la proporción sugerida de nutrientes para cumplir una recomendación. Por ejemplo:

PROBLEMA 4: Suponga que la Oficina de Extensión Agrícola recomienda la dosis siguiente de fertilizantes para repollo al tiempo de plantarlo:

Kg por hectárea

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
40	80	40

La tienda de productos agrícolas local tiene los siguiente fertilizntes disponibles:

15-15-15
 16-20-0
 0-45-0 (superfosfato triple)

¿Es posible cumplir la recomendación de 40-80-40 mezclando 2 o más de estos fertilizantes? Si es posible, ¿Cuáles son las proporciones que se requieren y cuál será la fórmula del fertilizante resultante?

SOLUCION

La recomendación de 40-80-40 tiene la proporción de 1:2:1. El 15-15-15 = NPK con la proporción 1:1:1. Lo que necesita es un aumento de la porción de P añadiendo una cantidad del fertilizante 0-45-0. El método más fácil para calcular la cantidad necesaria es con una fórmula de trabajo como la siguiente:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
100 kg 15-15-15 =	15 kg	15 kg	15 kg
<u>X kg 0-45-0 =</u>	<u>0 kg</u>	<u>15 kg</u>	<u>0 kg</u>
100 + x kg =	15 kg	30 kg	15 kg

Esta fórmula de trabajo esclarece el problema. Muestra que para alcanzar una proporción de 1:2:1 de N, P₂O₅: K₂O, se debe combinar 100 kg de 15-15-15 con suficiente 0-45-0 para añadir 15 kg adicionales de P₂O₅. Para saber cuánto 0-45-0 se requiere, se divide 15 por 45%:

$$\frac{15 \text{ kg de P}_{2}\text{O}_{5} \text{ necesario}}{45\% \text{ P}_{2}\text{O}_{5} \text{ del fertilizante}} = 33 \text{ kg de 0-45-0}$$

Completemos ahora la Fórmula:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
100 kg 15-15-15 =	15 kg	15 kg	15 kg

$$X \frac{33 \text{ kg } 0-45-0}{133} = \frac{0 \text{ kg } \quad 15 \text{ kg} \quad 0 \text{ kg}}{133}$$

$$133 + x \text{ kg} = 15 \text{ kg } \quad 30 \text{ kg} \quad 15 \text{ kg}$$

Esto muestra que mezclar 100 kg de 15-15-15 con 33 kg de 0-45-0 producirá 133 kg de un fertilizante con la proporción de 1:2:1.

Determinando la fórmula verdadera de la mezcla: A primera vista pareciera que la fórmula de la mezcla es ahora 15-30-15, pero no es así. Lo que se ha fabricado es 133 kg de fertilizante conteniendo 15 kg N, 30 kg P₂O₅ y 15 kg K₂O. Pero las fórmulas de fertilizante se basan en el porcentaje (kg de N, P₂O₅ y K₂O por 100 kg de fertilizante). La fórmula verdadera del fertilizante se determina de la siguiente forma:

$$\text{Fórmula verdadera} = \frac{15-30-15}{1,33} = 11,25-22,5-11,25$$

¡CUIDADO! No Todos los Fertilizantes se Pueden Mezclar

- * La cal en cualquier forma no se debe mezclar con fertilizantes que contengan N amonio o urea. El mezclado de fertilizantes causa la pérdida de N como gas amoniacal.
- * La cal tampoco se debe mezclar con fertilizantes químicos que contengan P, pues puede convertir una porción del P en una forma insoluble no disponible.

DETERMINANDO CUANTO FERTILIZANTE SE NECESITA POR AREA, POR PLANTA Y POR LONGITUD DE HILERA

Las recomendaciones de fertilizantes suelen darse en base a hectárea (o a acre). Sin embargo, tales números son poco útiles si no se pueden determinar los siguientes datos:

- * La cantidad verdadera de fertilizante necesaria, dado el tamaño del terreno específico.
- * Si el fertilizante se aplicará con un método de CL (colocación localizada), la cantidad de fertilizante requerido por planta si se usa el método de hoyos o semi-círculos, o cuánto por longitud de hilera si se usa en bandas. (Se explicaron estos métodos de colocación anteriormente en este Capítulo).

TABLA 9-5

GUIA PARA MEZCLAR FERTILIZANTES

	Cloru- de Pota- sio	Sulfa- to de pota- sio	Sulfa- de Amonio	Nitra- to de sodio y pota- sio	Nitra- to de Calcio	Urea	Super- fosfá- to sim- ple y triple	Fosfa- to mo- no y bi- amo- niaco	cal
CLORURO DE POTASIO				X	X	X			
SULFATO DE POTASIO				X	X	X			
SULFATO DE AMONIO				X	X	X			O
NITRATO DE SODIO Y NITRATO DE POTASIO	X	X	X			X	X	X	
NITRATO DE CALCIO	X	X	X	X		X	O	O	X
UREA	X	X	X	X	X		X	X	X
SUPERFOSFATO SIMPLE Y TRIPLE				X	O	X			O
FOSFATOS MONO-Y- BI-AMONIO				X	O	X			O
CAL			O		X	X	O	O	

CUADROS VACIOS : Fertilizantes que se pueden mezclar

CUADROS CON "X": Fertilizantes que solamente se pueden mezclar poco antes de aplicarse

CUADROS CON "O": Fertilizantes que no se puede mezclar por razones químicas

EJEMPLOS : El sulfato de amonio no se debe mezclar con cal.
La urea se puede mezclar con superfosfato simple o triple poco antes de aplicarse.

CALCULANDO LA CANTIDAD DE FERTILIZANTE REQUERIDO POR AREA

Para terrenos grandes: Se mide las dimensiones del mismo y se calcula el área. Si la forma del terreno no es rectangular, puede que sea necesario dividirla en triángulos y rectángulos y determinar el área de cada uno. (El área de un triángulo iguala a 1/2 de su base por su altura).

PROBLEMA 5: Suponga que los resultados de una prueba de suelo recomienda aplicar 250 kg/ha de 16-20-0 al sorgo de granos al tiempo de plantar. ¿Cuánto fertilizante se necesita para un terreno con las dimensiones de 40 por 80 metros?

SOLUCION: Una hectárea = 10.000 metros cuadrados.

El tamaño del terreno = 3200 metros cuadrados (40 x 80).

$$\frac{3.200 \text{ m. cuadrados}}{10.000 \text{ m. cuadrados}} \times 250 \text{ kg/ha} = 80 \text{ kg de 16-20-0 requeridos}$$

Para terrenos pequeños: El sistema métrico tiene algunos métodos abreviados útiles. Uno de ellos es el siguiente:

$$100 \text{ kg/ha} = 10 \text{ GRAMOS POR METRO CUADRADO}$$

En otras palabras, para convertir kg/ha a gr/m², sólo se elimina un cero y se cambia kg a gramos. De esta forma tenemos la siguiente relación:

$$100 \text{ kg/ha} = 100.000 \text{ gramos/hectárea}$$

$$\frac{10.000 \text{ gramos}}{10.000 \text{ m}^2} = 10 \text{ gramos/m}^2$$

PROBLEMA 6: Si el Servicio de Extensión Agrícola recomienda diseminar 600 kg/ha de 10-30-10 para almácigos de viveros cuando no se disponga de abono y estiércol, ¿Cuántos gramos de 10-30-10 se necesitan para tratar un almácigo de 1 por 5 metros?

SOLUCION: 600 kg/ha = 60 g/m²

$$1 \times 5 \text{ metros} = 5\text{m}^2$$

$$5 \text{ m}^2 \times 60 \text{ g/m}^2 = 300 \text{ gramos de 10-30-10 requerido.}$$

CALCULAR LA CANTIDAD DE FERTILIZANTE REQUERIDO POR PLANTA

NOTA: Los siguientes cálculos se basan en terrenos abiertos con hileras igualmente espaciadas por toda su área. Donde se practica la agricultura "intensiva" (almácigos

circundados por pazadizos), se tiene que tomar en cuenta otro factor. Esto se tratará después de explicar los cálculos para terrenos abiertos.

Al usar el método de colocación localizada en hoyos o semi-círculos, el agricultor tiene que saber cuánto fertilizante se requiere por planta (o por grupo de plantas si se agrupan). Existen varios métodos para calcular esto, pero la mayoría de la gente piensa que el siguiente método es el más sencillo:

PROBLEMA 7: Antelita está planeando el cultivo de un terreno de maíz con hileras cada 90 cm. Ella va a plantar 3 semillas por agujerito con 60 cm entre los mismos, hechos con un palo de plantar. La oficina de Extensión Agrícola recomienda la aplicación de 18-46-0 con la dosis de 150 kg/ha. Si ella usa el método de hoyos para aplicar el fertilizante, ¿Cuántos gramos de 18-46-0 debe recibir cada grupo de semillas?

SOLUCION: $150 \text{ kg/ha} = 15 \text{ g/m}^2$

$0,9 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} = 0,54 \text{ m}^2$ de espacio por cada grupo de plantas

$0,54 \times 15 \text{ g/m}^2 = 8,1$ gramos de 18-46-0 por grupo de plantas

NOTA: Con se ve en este ejemplo, no es necesario saber el tamaño del terreno para obtener la solución antes mencionada. Todo lo que se necesita saber es la dosis por hectárea y los espacios entre y dentro de las hileras de plantas. Por supuesto, es necesario saber el área del terreno (o el número total de plantas) para determinar la cantidad de fertilizante que se debe comprar.

PROBLEMA 8: Un proyecto de huerta comunal local ya ha usado todo su estiércol y ahora quiere transplantar repollo en un terreno con las dimensiones de 20 por 20 metros. La oficina local de Etensión Agrícola recomienda aplicar 250 kg/ha de 16-20-0 usando el método de semi-círculo. ¿Cuánto fertilizante debe recibir cada planta si las hileras se colocan cada 60 cm con 40 cm entre las plantas adentro de las hileras?

SOLUCION: $250 \text{ kg/ha} = 25 \text{ g/m}^2$

$0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^2$ de área por cada planta

$0,24 \times 25 \text{ g/m}^2 = 6$ gramos de 16-20-0 requerido por planta.

CANTIDAD NECESARIA POR METRO DE HILERA

NOTA: Los siguientes cálculos se basan en terrenos abiertos con hileras de plantas colocadas uniformemente en toda su área. Donde se practica la agricultura "intensiva" (almácigos circundados por callejones), tiene que tomarse en cuenta otro factor. Se tratará esto después de explicar los cálculos para el terreno abierto.

PROBLEMA 9: Suheyla está por realizar una aplicación lateral de N a su terreno de sorgo de grano. La recomendación es de 200 kg/ha de 21-0-0 (sulfato de amonio). Las hileras están espaciadas a 90 cm unas de otras y ella desea aplicar el fertilizante en bandas que corren por el medio de cada hilera. ¿Cuántos gramos de 21-0-0 debe aplicarse por metro de hilera?

SOLUCION:

PASO 1: $200 \text{ kg/ha} = 20 \text{ g/m}^2$

PASO 2: Todo el fertilizante de un metro de una hilera se confinará a una banda. Si se calcula el área que pertenece a ese metro de longitud de hilera, se puede calcular la dosis por metro de banda:

El área que pertenece a un metro de largo de hilera = 1 metro de largo x 0,9 metros de anchura = 0,9 m².

PASO 3: $0,9 \text{ metros cuadrados} \times 20 \text{ g/m}^2 = 18 \text{ g de } 21-0-0 \text{ por metro.}$

AJUSTANDO LOS CALCULOS PARA EL SISTEMA DE ALMACIGO-Y-PASADIZOS

Todos los cálculos anteriores se basaron en terrenos abiertos con hileras de plantas uniformemente colocadas por toda su área. (Se explican e ilustran ambos sistemas en el Capítulo 4). Sin embargo, si se usa la misma suposición al calcular dosificaciones para siembras de crecimiento intensivo (sistema de almácigo-y-pasadizos) se terminará contando con menos cantidad de fertilizantes. A continuación se explica el porqué:

- * En el sistema intensivo, las verduras se cultivan muy juntas en almácigos (planos, levantados o hundidos) que se separan por pasadizos que se usan para todo el tráfico peatonal y de equipos.
- * Puesto que virtualmente todo el crecimiento de las raíces ocurre en el suelo del almácigo, ningún fertilizante (ni agua) se debe aplicar a los pasadizos.
- * La recomendación de fertilizante por hectárea es igual para ambos sistemas, PERO esto significa que la dosis por planta, por longitud de hilera, y por área cultivada (solamente para

almácigos) será mayor en el sistema intensivo para compensar la falta de fertilizante aplicado a los pasadizos.

- * Otro método para explicar la diferencia es señalar que las plantas cultivadas bajo el sistema intensivo se cultivan mucho menos espaciadas que aquellas en terrenos abiertos. Debido a su mayor densidad, se necesita más fertilizante por metro cuadrado de almácigo. Puesto que no se fertilizan los pasadizos la cantidad de fertilizante aplicado por hectárea es igual para los dos sistemas.

NOTA: Se puede pensar que la cantidad de riego también tiene que aumentarse por metro cuadrado de almácigo, pero no es así. Eso es porque la alta densidad e las plantas bajo cultivo intensivo dá más sombra al suelo y así reduce las pérdidas de evaporación del agua; esto ayuda a compensar el mayor uso causado por la alta densidad de las plantas. Así, también, las hojas de las plantas se dan más sombras unas a otras, lo cual reduce la transpiración (el uso real de agua por las plantas).

Vamos a ver como se calcula la dosis de fertilizante para el cultivo con almácigos y pasadizos.

POR AREA (Sistema de Almácigo-y-Pasadizos)

En el sistema de terrenos abiertos, 100 kg por hectárea es igual a 10 gramos por metro cuadrado. Sin embargo, en el sistema intensivo existen 2 tipos de áreas: el área de almácigos (área cultivada), y el área de pasadizos. Así es que 100 kg/ha de fertilizante no iguala a 10 gramos por metro cuadrado de área de almácigos. Si se aplica 10 g/m cuadrado a toda el área de los almácigos, acabaría aplicando mucho menos de 100 kg/ha, debido a la falta de fertilizante en el área de los pasadizos, que puede ser aproximadamente 30-40% del área total.

Vamos a solucionar un problema de práctica sobre como adjuntar los cálculos de dosis en dicho caso:

PROBLEMA 10: Akbar tiene 10 almácigos cada uno de 1 m por 10 m; están separados por pasadizos de 60 cm de ancho en los cuatro lados. Se le ha recomendado la aplicación de 300 kg/ha de 12-24-12 al plantar, y quiere saber cuánto fertilizante tiene que comprar.

SOLUCION:

PASO 1: $300 \text{ kg/ha} = 30 \text{ g/m}^2$ de área total (almácigos más pasadizos)

PASO 2: Hay que determinar el área total (almácigos más pasadizos) ocupados por el terreno de Akbar:

Es bastante exacto asumir que cada almácigo de 1 por 10 m se separa de los otros por un pasadizo de 60 cm en cada uno de sus 4 lados.

Así cada almácigo con sus pasadizos asociados (la mitad de cada pasadizo por cada lado) es de 1,6 por 10,6 metros, lo que iguala a 17 metros cuadrados.

10 almácigos x 17 metros cuadrados (almácigos más pasadizos = 170 m cuadrados).

PASO 3: Calcular la cantidad de 12-24-12 requerida para todos los almácigos en base a toda el área incluida.

$170 \text{ m}^2 \times 30 \text{ g/m}^2 = 5100 \text{ g} = 5,1 \text{ kg}$ de 12-24-12 requerido.

PASO 4: Calcular la cantidad de fertilizante requerida por almácigo:

Se requieren 5,1 kg de fertilizante, pero se aplicará el fertilizante solamente a los almácigos, no a los pasadizos.

$\frac{5100 \text{ gramos}}{10 \text{ almácigos}} = 510 \text{ gramos}$ de 12-24-12 requeridos por almácigo

Ahora puede entender que diferencia hay en la dosis. Si la misma se hubiera basado en 30 g/m cuadrado y usado solamente el área de los almácigos, cada uno de estos habría recibido solamente 300 gramos de fertilizante (10 x 30), en vez de los 510 que realmente merece.

POR PLANTA (Sistema de Almácigo-y-Pasadizos)

En este caso, el método más fácil para calcular la dosis aumentada es el de contar el número de plantas en el almácigo y dividir éste por la cantidad de fertilizante necesaria por almácigo, conforme se hizo para el terreno de Akbar anteriormente.

PROBLEMA 11: Suponga que Akbar quiere transplantar repollo en los almácigos del problema 10. Colocará 3 hileras de plantas por el largo del almácigo con un espacio de 40 cm entre las plantas de la hilera. ¿Cuánto 12-24-12 debe recibir cada transplante al usar el método de semi-círculo con la misma dosis por hectearea (300 kg)?

SOLUCION: Calcular cuántas plantas de repollo quedan en cada almácigo:

25 plantas caben adentro de cada hilera (24 espacios de 40 cm entre sí, con la primera y última planta 20 cm del extremo del almácigo). Así caben 75 plantas en total dentro de cada almácigo (vea la Figura 9-3).

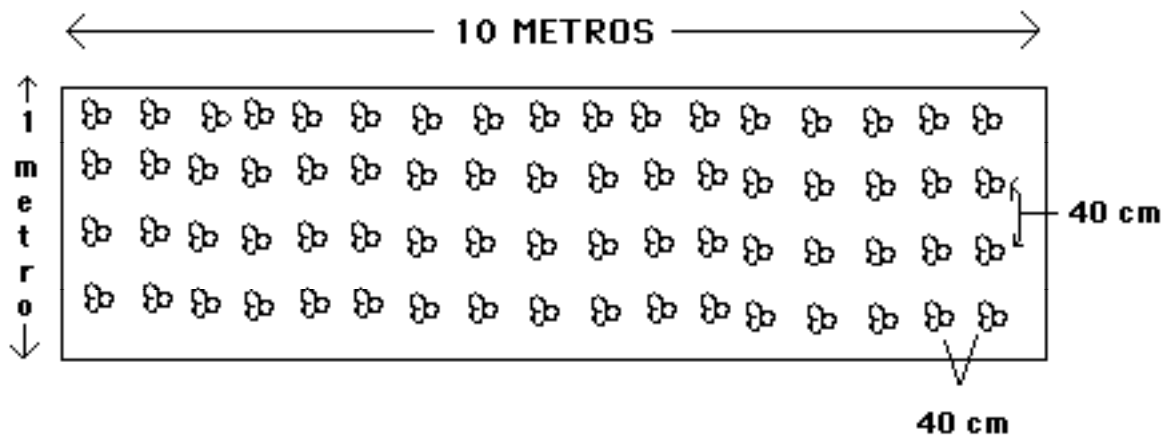


FIGURA 9-3: Un almácigo de 1 por 10 metros puede contener 75 plantas de repollo espaciadas a 40 cm.

PASO 2: Calcular la dosis por planta:

En el problema anterior, se calculó que Akbar necesita 510 gramos de 12-24-12 por almácigo.

$$\frac{510 \text{ g}}{75 \text{ plantas de repollo}} = 6,8 \text{ g 12-24-12 por planta}$$

Ahora, comparemos esta dosis con aquella obtenida mediante el uso de cálculos matemáticos para terrenos abiertos como en el caso de los problemas 7 y 8, algunas páginas atrás.

$$300 \text{ kg/ha} = 30 \text{ g/m}^2$$

$$0,4 \text{ m (40 cm)} \times 0,4 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^2 \text{ de área por cada planta.}$$

$$0,16 \times 30 \text{ g/m}^2 = 4,8 \text{ gramos por planta (demasiado poco)}$$

Si Akbar aplicó 4,8 gramos por planta, cada almácigo recibiría solamente 360 gramos (en vez de 510), lo que haría un total de aproximadamente 212 kg/ha en vez de los 300 kg/ha recomendados. (Si cada almácigo ocupa 17 m², (incluyendo el área del pasadizo, cabrían aproximadamente 588 almácigos en una hectárea 588 x 360 gramos = 212 kg).

CANTIDAD POR METRO DE LONGITUD DE HILERA (Sistema de Almácigo-y-Pasadizo)

Para este caso, el método más fácil es calcular la dosis de fertilizante por almácigo como en el problema 10 y dividir esta dosis por el número total de hileras de un almácigo.

PROBLEMA 12: Suponga que Akbar decida plantar lechuga en los 10 almácigos del problema 10 en hileras separadas de 20 cm (hileras de 1 metro). Usando la misma dosis de fertilizante (300 kg/ha de 12-24-12), ¿Cuanto se debe aplicar por metro de hilera al usar el método de bandas?

SOLUCION:

PASO 1: Calcular cuantas hileras caben en cada almácigo de 1 por 10 metros:

50 hileras con 49 intervalos de 20 cm quedarán en un almácigo de 1 por 10 metros. Las dos hileras de los extremos estarán a 10 cm del borde del almácigo.

PASO 2: Determinar la dosis por metro de hilera (una hilera en este caso):

Del problema 10, sabemos que se necesitan 510 gramos por almácigo, así:

$$\frac{510 \text{ gramos}}{50 \text{ hileras}} = 10,2 \text{ g de 12-24-12 de largo de hilera}$$

Otra vez, vamos a comparar esta dosis del sistema intensivo con aquella obtenida mediante los cálculos para el terreno abierto, como en el problema 9:

$$300 \text{ kg/ha de 12-24-12} = 30 \text{ g/m}^2$$

$$0,2 \text{ m (20 cm)} \times 1 \text{ metro} = 0,2 \text{ m}^2 \text{ de área por cada hilera de un metro de longitud.}$$

$$0,2 \text{ m}^2 \times 30 \text{ g/m}^2 = 6 \text{ g de 12-24-12 por m}^2 \text{ (muy poco).}$$

CONVIERTIENDO LA DOSIS DE FERTILIZANTE EN UNA BASE DE PESO A VOLUMEN

<u>Fertilizante</u> <u>100 cc (ml)</u>	<u>Gramos de fertilizante iguales a:</u> <u>1 cucharada rasa (15cc)</u>	
Sulfato de amonio	108-120 g	16-18g
Nitrato de amonio (polvo)	85 g	13 g

Nitrato de amonio (granulado)	100 g	15 g
Urea	75-79 g	11-12 g
16-20-0	98-104 g	15 g
18-46-0	93-108 g	14-16 g
Cloruro de potasio (0-0-60)	100-120 g	15-18 g
Superfosfato simple	109-117 g	16-18 g
Superfosfato triple	100-112 g	15-17 g
La mayoría de los otros fertilizantes NP y NPK	93-110 g	14-16,5 g

Conforme a lo indicado en los problemas de dosis anteriores, la cantidad de fertilizante químico requerida por planta o por cada metro de hilera es sorprendentemente pequeña, usualmente entre 5-30 gramos. Para asegurar la exactitud y efectividad de costo, los agricultores no deben procurar estimar cantidades tan pequeñas. Sin embargo, puesto que pocos agricultores y horticultores tienen fácil acceso a balanzas exactas, es muy provechoso convertir la dosis de fertilizante, de peso a volúmen. Esto tampoco implica que solamente se deben convertir gramos a centímetros cúbicos. Se debe dar la dosis en términos de una medida de volúmen disponible comúnmente, conforme a:

- * Una lata de jugo
- * una lata de atún
- * una tapita de botella
- * una cajita de fósforos
- * una cucharada de tamaño común en el área

Esta conversión se puede realizar usando una balanza de gramos (quizas de la oficina de correos o la farmacia local) para medir la densidad de los fertilizantes comúnmente disponibles y compararla con la del agua (1 gramo = 1 cc o 1 ml). Después se puede medir el volúmen de contenedores comunes como las de arriba y calcular cuántos gramos de fertilizante caben adentro de ellos.

Los fertilizantes varían mucho en su densidad, dependiente del tipo, marca y contenido de humedad. Si no hay una balanza disponible, se puede usar la Tabla 9-6.

El siguiente es un problema práctico para convertir peso de fertilizante a volúmen:

PROBLEMA 13: ¿Cuántos gramos de urea puede contener una lata de jugo de 120 cc?

SOLUCION: 100 cc de urea pesa 74-79 gramos.

$$\frac{120 \text{ cc}}{100 \text{ cc}} \times 74-79 \text{ g} = 89-96 \text{ g de urea en una lata de jugo.}$$

CAPITULO 10

GUIAS DE FERTILIZANTES PARA SIEMBRAS ESPECIFICAS

Este capítulo proporciona guías específicas para la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en las siguientes siembras:

<u>CEREALES</u>	<u>PULSOS</u>	<u>SIEMBRAS DE RAICES</u>	<u>VEGETALES</u>
Maíz	Porotos	Cazabe (Mandioca)	Plantados directamente
Mijo	Caupi	Papas	Transplantados
Sorgo	Maní	Batata	
Arroz	Soja		
	<u>SIEMBRAS FRUTALES</u>	<u>FORRAJES TROPICALES</u>	
	Bananas	Pastos	
	Mango	Forrajes de pasto con legumbres	
	Mamón		

CEREALES

Los cereales son de la familia botánica de los pastos (Gramínea). Aunque son relativamente pobres en proteínas (7-14%) comparados con los pulsos (20-39%), los cereales proporcionan aproximadamente la mitad de la proteína en la dieta típica del Tercer Mundo, pues se comen en cantidades grandes. El consumo per capita de cereales en los países en vías de desarrollo tiene en promedio diario de 450-500 gramos. De los cereales listados arriba, el mijo es el más resistente al calor y sequía, seguido por el sorgo.

NOTA: Para información más específica sobre los cereales, se debe consultar el manual M-13 de PC/ICE, Traditional Field Crops.

MAIZ

Principios básicos sobre el maíz

Los granos maduros secos de maíz contienen aproximadamente 9% de proteína. Las variedades amarillas también contienen cantidades significativas de carotina, que las personas y animales pueden convertir a vitamina A.

Dependiente de la variedad y la temperatura, el maíz llega a su madurez fisiológica (la etapa en que los granos han completado la acumulación de materia seca como almidón y proteína) a los aproximadamente 90-130 días después de la emergencia de los plántones cuando se cultiva en la zona de 0-1000 metros de altura en los trópicos. A elevaciones mayores de 2200 metros, el período de crecimiento puede durar tanto como 8-12 meses.

La diferencia principal entre una variedad temprana (90 días) y una tardía (130 días) está en la duración del periodo vegetativo (desde la emergencia de los plántones hasta la formación de borlas) que varía desde aproximadamente 42 a 70 días. El periodo reproductivo (desde la formación de borlas hasta la madurez) para ambos tipos, es más semejante (aproximadamente de 50 a 58 días). La borla emergen aproximadamente 1-2 días antes de la iniciación de producción de polen. Las sedas emergen de las espigas 2-3 días después del inicio de esta producción. El flujo de polen dura 5-8 días y la mayoría de las sedas se fertilizan en el mismo día en que emergen. El maíz se poliniza uno con otro (por ejemplo, el 95% o más de los granos de una mazorca se fertilizan por otras plantas de maíz). Bajo condiciones favorables, todas las espigas de maíz forman seda entre 3-5 días. La escasez de polen raras veces es un problema; el mal relleno de espigas o granos desnudos casi siempre son causados por la emergencia retrasada de la seda o el aborto de los óvulos, los cuales son causados por sequía, población demasiado densa o diferencia del N o P.

La máxima absorción de agua y nutrientes ocurre durante el periodo de aproximadamente 3 semanas después de la polinización. Por el periodo de formación de seda el maíz ya ha absorbido el 65% de su N, 50% de su P y 75% de su K. El periodo de polinización es un tiempo crítico y puede ser dañado fácilmente por el estrés. Solamente 1-2 días de marchitarse durante este periodo puede reducir el rendimiento hasta el 22%, y 6-8 días pueden reducirlo hasta el 50%.

Al llegar a la madurez fisiológica, los granos de maíz todavía contienen aproximadamente 30-35% de humedad, que es demasiado para permitir su almacenamiento sin descomponerse (excepto en la forma de espigas sin cáscaras almacena en graneros). La mayoría de los pequeños agricultores dejan el maíz que continúe secándose en el terreno por varias semanas antes de la cosecha.

Una espiga grande de maíz puede contener hasta 1000 granos, pero el promedio es de 500-600. Cualquier escasez de agua, nutrientes o luz solar durante las primeras semanas del desarrollo de los granos suelen afectar los granos en la punta de la espiga primeramente, causándoles el aborto o la disminución.

La mayoría de las variedades tropicales y subtropicales de maíz suelen producir 2-3 espigas útiles por planta bajo condiciones buenas. Por otro lado, más variedades del cinturón de cereales de los EE.UU. tienen solamente una espiga. Una ventaja de las variedades con múltiples espigas (frecuentemente llamadas prolíficas) es que tienen alguna capacidad para amortiguar las condiciones malas y posiblemente todavía pueden producir por lo menos una espiga bajo tales condiciones.

Rendimientos: El término medio de los rendimientos de granos descascarados (con 14% de humedad) bajo condiciones diferentes se muestran en la tabla 10-1.

TABLA 10-1

RENDIMIENTOS DEL MAÍZ

	<u>kg/hectárea</u>
Principales agricultores en los EE.UU.	10.000-13.500
Promedio en los EE.UU.	5700
Promedio en el Tercer Mundo	800-1500
Rendimiento factible para agricultores pequeños que usan prácticas mejoradas y con humedad adecuada	4000-6000

Respuesta del Maíz a los Fertilizantes

El maíz reacciona bien a ambos, los fertilizantes químicos y los orgánicos. Sin embargo, pues que suele ser una siembra principalmente cultivada en granjas mayores, la mayoría de los agricultores no suelen tener suficiente fertilizante orgánico, para satisfacer las necesidades nutritivas del maíz. Los fertilizantes químicos pueden dar resultados excelentes si se usa como parte de un paquete apropiado de prácticas mejoradas.

Evaluando la respuesta a los Fertilizantes: Al empezar con una base de bajo rendimiento de maíz descascarado de aproximadamente 1000 a 1500 kg/ha, tal rendición debe aumentarse en aproximadamente 20 a 25 kg por cada kg de N aplicado hasta un rendimiento de aproximadamente 4000 a 5000 kg/ha. A mejores rendimientos, la respuesta a N suele ser menor. La fórmula de respuesta se aplica a proporciones dentro de los límites de "bajo-mediano-alto" de la tabla 9-4 en el Capítulo 9. Tales aumentos en rendiciones se pueden obtener si:

- * A medida que se van necesitando se proporcionan otros nutrientes tales como P y K, la humedad del suelo es adecuada, se usa una variedad de maíz que responde a fertilizantes y no existen factores limitantes graves como insectos, enfermedades, malos desagües, o acidez excesiva del suelo.
- * El fertilizante se aplica correctamente y en el tiempo apropiado.

EJEMPLO: En los años 1975/76, 168 pequeños agricultores en Zaire participaron en el Programa Nacional del Maíz (PNM). Su rendimiento promedio fueron 4700 kg/ha usando una dosis de fertilizante de 64-45-30 (kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O). Dado que las rendiciones sin fertilizante fueron aproximadamente 1500 kg/ha, ¿lograron los agricultores buena respuesta al fertilizante?

SOLUCION: De acuerdo con la fórmula de reacción antes mencionado, 64 kg de N deben proporcionar un aumento de rendimiento de más o menos 1600-3200 kg/ha para un rendimiento total de entre 3100 (1600 + 1500) a 4700 (3200 + 1500) kg/ha. Dado que los agricultores lograron un rendimiento promedio de 4700 kg/ha, cada kg de N proporcionó un aumento de rendimiento de 50 kg; una reacción muy buena.

Necesidades de Maíz para N-P-K: Se puede usar la Tabla 9-4 del Capítulo 9 como una guía. El maíz y otras siembras de la Familia de Pastos son más eficaces extractores de K que la mayoría de las otras siembras. En muchos suelos margosos o arcillosos de origen volcánico, poco o ningún fertilizante de K puede ser necesario, pero debe probarse el suelo para cerciorarse. Investigaciones han mostrado que el maíz puede utilizar eficazmente hasta 60 kg/ha de P₂O₅ aplicado con un método de colocación localizada (bandas, hoyos, o semi-círculos).

Nutrientes Secundarias: Las deficiencias de azufre en el maíz son muy raras pero más probables en los suelos arenosos volcánicos bajo mucha lluvia o en casos donde los fertilizantes con poco azufre se han usado por varios años (vea el Capítulo 9) Las deficiencias de magnesio también son muy raras excepto en los suelos muy ácidos (con PH menor que 5,5). Las deficiencias de calcio son muy raras pero pueden ocurrir en suelos muy ácidos.

Micronutrientes: Con excepción del zinc, el maíz no es muy susceptible a las deficiencias de micronutrientes (zinc, cobre, hierro, manganeso, boro y molibdeno). Excepto por el Mo, las deficiencias probablemente ocurren a un PH superior a 6,8 o en suelos arenosos y orgánicos (turbas). Aplicaciones grandes de P pueden disminuir la absorción de zinc por debajo del nivel esencial en los suelos deficientes de zinc. Para confirmar dicha deficiencia se pueden rociar 10 a 20 plantas con 6 cc de sulfato de zinc disueltos en 4 litros de agua con 3 a 5 cc de detergente líquido como agente de dispersión (agente humectante). Si falta zinc, las hojas nuevas de las plantas rociadas serán del color verde normal al emerger (vea el Capítulo 9 para la dosis sugerida de zinc).

Señales de Hambre en el Maíz: Vea el Apéndice E.

Guías Para Aplicar Fertilizantes Químicos

Aplicar aproximadamente 1/3-1/2 del N total al plantar, junto con todo el P y K. Aplicar al lado el N restante cuando el maíz tiene la altura de las rodillas (4-6 semanas después de brotar). Donde las pérdidas por filtración suelen ser muy altas (con lluvia fuerte, suelos arenosos, etc), es mejor dividir el N total en 3 aplicaciones: 1/3 al plantar, 1/3 al tener la altura de las rodillas, y 1/3 al formar las borlas. Bajo tales condiciones, las pérdidas de K por filtraciones también puede

ser un problema, entonces, quizás sería aconsejable dividir el fertilizante de K entre dos aplicaciones (al plantar y al tener la altura de las rodillas).

Primera aplicación: Usar un fertilizante NP o NPK con una proporción que permita aplicar todo el P y K, pero solamente 1/3 hasta 1/2 del N total. Se aplica el fertilizante al plantar, usando uno de los métodos de colocación localizada tratados en el Capítulo 9. No se debe diseminar el fertilizante. Si se va a usar riego por surcos, se debe asegurar que el fertilizante quede debajo del nivel superior del agua en los surcos (vea la Figura 9-1 en el Capítulo 9).

NOTA: Si el fertilizante NP o NPK se aplica en bandas, se puede colocar una dosis baja o moderada en el mismo surco con las semillas. No se debe aplicar más de 200 a 250 kg/ha de 16-20-0 o 14-14-14 (o su equivalente); ni más de 100 a 125 kg/ha de 18-46-0 o 16-48-0 (fosfato bi amonio; libera algún amoníaco suelto que puede dañar las semillas al aplicársele muy cerca de ellas).

Recomendaciones Para Aplicar Nitrógeno al Lado del Maíz

- * El N restante se puede aplicar en 1 o 2 porciones laterales de acuerdo con el potencial de filtración. Bajo condiciones muy lluviosas o en suelos muy arenosos, es mejor realizar 2 aplicaciones. Si se realiza 1 sola aplicación lateral es mejor hacerla cuando las plantas tienen la altura de las rodillas (aproximadamente 1 mes después de brotar en climas calurosos). Si es necesario, se debe realizar la segunda aplicación lateral cuando las plantas forman borlas.
- * Usar un fertilizante de N directo, como urea (45% N), nitrato de amonio (33% N), o sulfato de amonio (21% N). (Estos tres fertilizantes se comparan en el Capítulo 9).
- * La colocación profunda del N aplicado lateralmente no es necesaria y puede dañar las raíces a causa del corte. Debe aplicarse a 2-3 cm de profundidad, que es suficiente hasta para evitar las pérdidas de amoníaco suelto (un problema especialmente con la urea) o el desagüe por lluvias fuertes sobre tierra inclinada. Se puede aplicar en bandas entre las hileras, puesto que las raíces de las hileras adyacentes ya se habrían encontrado y cruzado entre sí a la altura de las rodillas. (Si el suelo es muy compactado entre las hileras, el crecimiento de las raíces posiblemente no las alcanzarán; en tal caso, se debe colocar la banda aproximadamente a 30 cm fuera de la hilera).
- * Si la mano de obra o el tiempo es escaso, se puede aplicar al lado dos veces la dosis a cada segunda hilera.
- * Si se usa el riego por surcos, se debe seguir las guías especiales para la colocación de fertilizantes mencionadas arriba.

Algunas Guías Sobre Densidad y Espaciamiento de las Plantas

Las poblaciones demasiado densas causan mas amontonamiento, tallos infértiles y espigas pequeñas o parcialmente vacías. Demasiado poca densidad reduce la reacción a fertilizantes. La densidad ideal de la población de plantas varía con la variedad del maíz y las condiciones de crecimiento (especialmente la humedad disponible). Se debe pedir al Servicio de Extensión Agrícola local para las recomendaciones respecto a densidad. La Tabla 10-2 da algunas guías respecto a densidades sugeridas.

TABLA 10-2

Poblaciones Sugeridas de Plantas de Maíz

	<u>Población de Plantas Sugeridas *</u>	
	<u>Por hectárea</u>	<u>Por acre</u>
Baja fertilidad y/o humedad	15.000-25.000	6.000-10.000
Humedad y fertilidad adecuadas	35.000-45.000	14.000-18.000
Humedad adecuada, fertilidad alta (100+kg/ha N), buen manejo, y uso de una variedad respondiente adaptada a poblaciones altas.	45.000-60.000	18.000-24.000

* Para lograr tales densidades, se debe sobre-plantar en 15-20% para permitir el porcentaje real de germinación de las semillas y la mortalidad de las plantas.

El maíz tiene alta capacidad para amortiguar en términos de respuesta a rendimientos de poblaciones de plantas. Una población 40% menos que la óptima quizás reducirá el rendimiento en solamente 15-20%, puesto que las plantas reaccionan al mayor espacio produciendo más o mejores espigas.

El Tamaño de las espigas es una buena señal que indica la adecuación de la población para esas condiciones particulares de crecimiento. Las espigas secas, descascaradas, que pesan más de 280 a 300 gramos suelen señalar poblaciones muy bajas y que los rendimientos pudieron haber sido de 10 al 20% más elevados. El tamaño de las espigas de variedades prolíficas (con múltiples espigas por planta) no varía tanto con los cambios de población; al contrario, el número de espigas por planta disminuye al aumentar la población.

Espaciamiento de las plantas: Muchos agricultores pequeños que plantan a mano pondrán 4-6 semillas por hoyo y cada uno estará a más o menos un metro de distancia. Aunque así si reducen el trabajo y tiempo requeridos, el rendimiento disminuye debido a la competición por agua, luz

solar y nutrientes dentro de un área pequeña. Un buen compromiso es plantar 2 semillas cada 45-50 cm o 3 semillas cada 60-68 cm con un espacio entre hileras de 80-90 cm. Así se da una población final de aproximadamente 37.000-45.000 plantas/ha. Usualmente no vale la pena plantar las semillas una por una (cada 22-25 cm) si se las plantan a mano.

SORGO

Conocimientos Básicos Sobre Sorgo

Las semillas maduras secas de sorgo contienen aproximadamente 8-13% de proteínas. Como el maíz, las variedades de endospermas amarillas (la parte principal de la semilla, aparte del germen) contienen cantidades significativas de carotina (que se convierte a la vitamina A por las personas y animales).

Adaptación: El sorgo tolera una amplia gama de condiciones del suelo y clima. Es notablemente más tolerante al calor y la sequía que el maíz y también soporta inundaciones periódicas sin mucho daño.

Granos vs forraje vs sorgos de doble-uso: La mayoría de los sorgos cultivados exclusivamente para granos son muy cortos (80-150 cm). Han hecho crecer en ellos genes "enanos" para reducir la altura de las plantas para facilitar la cosecha a máquina y una mejor proporción de grano por hoja. Por otro lado, los sorgos de forraje son mucho más altos y tienen semillas más pequeñas y una mejor relación hoja-semilla. En muchas partes del Tercer Mundo, donde los agricultores necesitan ambos, granos y forraje, se cultiva tipos de doble -uso con características intermedias. Los tallos también se usan para cercos y material de construcción.

Los sorgos de forraje generaran varias cosechas mediante la producción de nuevos tallos y hojas de las bases de plantas cortadas. Aun la mayoría de las variedades de granos llamada retoñar tienen esta capacidad de sorgo y pueden producir 2 (o a veces 3) cosechas de granos en los climas calurosos donde la estación lluviosa dura bastante tiempo. Un sistema nuevo de raíces desarrolla en el sorgo después de cada cosecha. El rendimiento de la segunda (o tercera) cosecha suele ser aproximadamente la mitad de la primera cosecha.

Las hojas y tallos de las plantas del sorgo joven o impedido por sequía, 60 cm más corto, contienen cantidades tóxicas de ácido hidrocianico (HCN o ácido Prúsico). Si el ganado come tales plantas, puede provenir el envenenamiento fatal. El contenido del ácido disminuye cuando las plantas maduran y nunca es un problema para las semillas.

Etapas de crecimiento de sorgo

De acuerdo con la variedad y la temperatura, el sorgo de granos se madura en aproximadamente 90-130 días en la zona tropical de elevación entre 0-1000 metros. Sin embargo, algunas variedades tradicionales sensitivas al fotoperiodo requieren hasta 180-200 días, debido al florecimiento retrasado. Como el maíz, la diferencia principal entre las variedades de 90 y 130 es la duración de la etapa vegetativa (desde la emergencia del brote hasta el

florecimiento). La etapa reproductiva (desde la polinación hasta la madurez) es de aproximadamente 30-40 días en todos los tipos. Las plantas de sorgo crecen mucho más lentamente al principio que las de maíz durante las 3 primeras semanas.

Rendimientos: El sorgo de granos tiene más estabilidad de rendimiento para una gama más amplia de condiciones de crecimiento. Los rendimientos de granos son casi iguales a los de maíz cuando la humedad es adecuada, si bien la humedad excesiva aumenta la probabilidad de hongos sobre los granos. Con humedad poca, el sorgo produce notablemente mejor que el maíz. De los institutos internacionales de investigación, el ICRISAT (vea el Apéndice G) es el más activo en investigaciones sobre la producción de sorgo.

Los rendimientos del forraje de sorgo pueden ser realmente impresionantes. Por ejemplo, pequeños agricultores en El Salvador pueden cosechar sorgo de forraje (o híbridos de sorgo-sudan) 3 veces durante los 6 meses lluviosos. Rendimientos húmedos de 100.000 kg/ha se han logrado. El mejor tiempo para cosechar en términos de valor nutritivo (plantas jóvenes) y rendimiento (más elevados con plantas casi maduras) es desde el inicio de la etapa de semillas hasta la etapa de masa floja (cuando las semillas tienen la consistencia de masa floja).

Pautas para Fertilizantes Para Sorgo

Igual que el maíz, el sorgo reacciona bien a los fertilizantes químicos u orgánicos, previsto que la humedad no sea muy deficiente y se usen variedades correspondientes de sorgo.

El sorgo tiene las mismas necesidades de nutrientes que el maíz; sin embargo, de los micronutrientes es el más susceptible a las deficiencias de hierro que a las de zinc. Si no se usan formas celatas especiales de hierro, las aplicaciones hechas al suelo son pocas veces efectivas se deben tratar las deficiencias mediante el rociado de las plantas con una solución de 2 a 2,5 kg/ de sulfato de ferroso en 100 litros de agua con suficiente agente humectante como para cubrir uniformemente las hojas. Se debe empezar el rociado tan pronto como aparezcan los síntomas de deficiencias. Varias aplicaciones pueden ser necesarias cuando las deficiencias son graves (más probablemente en los suelos con PH por encima de 6,8).

Las semillas y plantones de sorgo son más susceptibles a las quemaduras por fertilizantes que las de maíz; se debe entonces evitar el contacto de las semillas con el fertilizante y seguir las mismas que/con NPK para el maíz. Si se cosecha el grano más de una vez del mismo cultivo se debe aplicar todo el P y el K al plantar, junto con unos 30-50 kg/ha de N; aplicar al lado otros 30-50 kg/ha de N unos 30 días después. Luego de la primera cosecha aplicar 30-50 kg/ha de N, seguida de otra aplicación al lado de 30-50 kg/ha, 25-30 días después. Recordar que el N verdadero no es igual al fertilizante verdadero (i.e. 50 kg de N verdadero = 150 kg de 33-0-0).

MIJO

Los mijos son un grupo de pastos anuales de semillas pequeñas que se cultivan para granos y forraje y son el grano comestible principal en regiones de Africa y Asia, especialmente en las

regiones calurosas semi-áridas. El mijo de perla (Pennisetum typhoides o P. glaucum) es el tipo más comunmente cultivado y es de lo que se trata en esta sección.

El mijo de perla es aún más resistente a las sequías que el sorgo y producirá más que los otros cereales (incluyendo el sorgo) bajo las condiciones calurosas y de poca lluvia, baja fertilidad del suelo y una estación lluviosa corta. Es menos susceptible que el sorgo a los insectos minadores de los tallos, pero comparte con el sorgo una susceptibilidad a los pájaros. Le falta la tolerancia a inundaciones que tiene el sorgo, pero soporta bastante bien las condiciones de salinidad y alcalinidad del suelo (vea el capítulo 12).

El mijo de perla se divide entre los tipos tempraneros (75-100 días) y tardíos (120-200 días). Los tipos tardíos son muy sensitivos al fotoperiodo y no florecen hasta casi el fin de la estación lluviosa; así es que ellos escapan de los daños severos causados por hongos e insectos.

Los rendimientos promedio de mijo en Africa occidental alcanzan a 300-700 kg/ha y tienden a ser bajos debido a las condiciones pobres de crecimiento y a una escasez relativa de investigaciones, que sólo recientemente se han iniciado. Mediante un mejor manejo las variedades tradicionales han producido hasta 2000-3500 kg/ha. De los institutos internacionales de investigación, el ICRISAT (vea el Apéndice G) es el más activo en la investigación sobre producción de mijo.

Las Reacciones del Mijo a Fertilizantes

La humedad baja de los suelos es un factor limitante principal de reacción a fertilizantes, y las variedades tradicionales también suelen responder menos. Investigaciones realizadas en la India por el ICRISAT (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics) han mostrado que las variedades mejoradas del mijo de perla reaccionan a una dosis de N hasta 160 kg/ha con la humedad adecuada, pero que los tipos tradicionales raras veces reaccionan bien a una dosis por encima de 40-80 kg/ha. Se deben seguir los mismos métodos de aplicación para el maíz.

ARROZ

En términos de producción, el arroz compite con el maíz como el segundo más importante cereal del mundo, después del trigo. El arroz blanco (molido para quitar la capa de salvado) contiene aproximadamente 6,7% de proteína, mientras que el arroz marrón contiene aproximadamente 7,4% conjuntamente con 4-5 veces más fibra beneficiosa. El proceso de moler el arroz también quita el 70-80% de los niveles de 22 vitaminas y minerales, solamente 4 de las cuales se reemplazan en las marcas de arroz "enriquecidas".

Arroz de Tierra Baja (Inundada) vs Altas (Secas)

Gracias a un sistema muy eficaz de transporte de aire de los tallos a las raíces, el arroz puede crecer bajo condiciones de inundación. También puede cultivarse sin inundarse en los suelos arcillosos con desagüe lento, en los cuales se puede mantener un contenido alto de humedad. El arroz inundado suele cultivarse con 5-10 cm de agua en el terreno, y los rendimientos suelen ser 50-60% mejores que los de arroz de tierra seca por varias razones:

- * La inundación proporciona una temperatura ambiental más ideal para las raíces.
- * Aumenta la disponibilidad de ciertos nutrientes, especialmente el P.
- * Ayuda a controlar las malezas.

Por otro lado, la producción de arroz inundado requiere tierra nivelada, suficiente agua, un sistema de diques y canales y suelos suficientemente impermeables para evitar las pérdidas excesivas de agua.

Transplantar vs Siembra Directa

En el Tercer Mundo, el arroz inundado suele iniciarse en un almácigo de vivero y transplantarse al tener aproximadamente 10-30 días. Transplantar las plantas les da una ventaja sobre las malezas, y con las condiciones limitadas del vivero facilitan el trabajo de cuidar y criar los plántones bien sanos. Transplantar también resulta en mejor espaciamiento y sobrevivencia en el terreno. Por otro lado, sembrar directamente acelera la maduración en 7-10 días y elimina el trabajo de cuidar y transplantar los plántones. Sin embargo, sembrar directamente permite que pájaros y ratones produzcan daños y hacen más difícil la limpieza si se disemina las semillas (así no se puede usar un limpiador rotativo manual).

Etapas de Crecimiento del Arroz

El arroz se madura en aproximadamente 110-140 días, aunque algunas variedades sensitivas al fotoperiodo pueden requerir 6 meses o más. He aquí un resumen de las etapas de crecimiento del arroz:

- * Etapas del Vivero (para arroz transplantado) : 9-30 días, de acuerdo al tipo de vivero y el clima.
- * Etapas Vegetativas: El periodo desde el trasplante hasta 50-60 días después. Las plantas forman penzones durante este periodo, cada planta formando 3-30 o más, dependiente de la variedad y el espaciamiento. Aproximadamente 50-75% de los penzones eventualmente producen espigas productivas de granos. (Penzones son tallos adicionales que salen de la base de la planta).
- * Etapas de Retraso Vegetativo: Ocurre en tipos de maduración tardía que son sensitivos al fotoperiodo. Muchas de las diferencias entre la edad de maduración de los tipos tempranos y tardíos ocurren en esta etapa.

- * Etapa reproductiva: Es de aproximadamente 35 días e incluye el periodo de la Iniciación de panojas hasta el floreCIMIENTO. Después de sembrarse con una variedad de 130 días, la iniciación de panojas ocurre a los 60 o 70 días aproximadamente. En esta etapa la panoja (espiga) es de solamente un milímetro de largo y queda dentro del tallo.
- * Etapa de maduración: Dura desde el florecimiento hasta la madurez; un periodo de aproximadamente 30 días.

Necesidades de Nutrientes que Tienen el Arroz

Variedades de alta vs. baja reacción a N: Casi todas las variedades nativas de arroz de los trópicos son del tipo de reacción baja a N que crecen hasta alturas más elevadas (más de 1,50 m) y tienen muchas hojas. Reaccionan a mayores proporciones de N, creciendo más aun y produciendo más pendones (tallos que salen de la misma base). Esto conduce al doblado de los tallos más un sombreado competitivo mutuo por causa de los pendones adicionales lo que reduce el número de espigas. Estas variedades raras veces responden bien a más de 30 kg por ha de N.

La mayoría de las variedades de arroz de zonas templadas tienen elevadas reacciones a N y tallos cortos (90-120 cm) con un porcentaje de pendones productores de semillas a numerosas de las variedades tropicales mejoradas producidas en el principio, durante la "Revolución Verde" en los años 1960, son cruces entre estos dos tipos. Ellas pueden reaccionar bien hasta 100 kg o más N por hectárea.

Necesidades de N-P-K-: Las necesidades de N del arroz depende mucho de si es una variedad de bajo o alto N. Las necesidades de P del arroz inundado son usualmente bajas comparadas con las de los otros granos, puesto que al inundar el terreno aumenta el P disponible de su suelo. La dosis para terrenos inundadas raramente excede 40-50 kg/ha de P₂O₅. Las reacciones buenas a K añadido son mas probables en suelos arenosos. La paja de arroz misma contiene aproximadamente 80-90% de su K total, de modo que devolver los residuos de la cosecha al suelo es un buen método para reciclar el K. (Lo mismo se aplica a los residuos de otras cosechas).

Deficiencias Secundarias y Micronutrientes y nutrientes son raras, aunque deficiencias de hierro se encuentran a veces en suelos con el PH por encima de 7,0.

Señales de Hambre en el Arroz: Vea el Apéndice E.

Posibilidades de Fertilizantes Orgánicos para el Arroz

El arroz reacciona bien al abono, estiércol y siembras de estiércol verde (vea el Capítulo 8). El volumen grande de paja de arroz producido se puede mezclar con estiércol y abonarle. En las Filipinas, IRRI (el International Rice Research Insitute). ha logrado resultados buenos usando 2 legumbres (Sesbania sesban y phaseolus lathyroides) como siembras de estiércol verde, arándolos en la etapa de florecimiento aproximadamente 3 semanas antes de transplantar los plantones de arroz. Este intervalo de 3 semanas se debe observar siempre, puesto que el estiércol verde nuevamente incorporado en el suelo libera productos tóxico de descomposición

(especialmente en los suelos inundados) que pueden dañar los plántones de arroz. (Para más información específica sobre estas 2 legumbres vea el Apéndice F).

Alga azul-verde (cianobacteria): las algas azul-verdosas sueltas pueden vivir en los suelos inundados y fijan cantidades significativas de N. En Egipto, India y Burma, los arrozales frecuentemente se inoculan con esta alga intencionalmente.

Azolla es un tipo de helecho acuático de baja altura que tiene una relación simbiótica con un tipo de algas azul-verde llamada Anabaena azollae, que vive en sus hojas y fija N. También tienen un alto contenido de proteínas, siendo una fuente potencial de alimento para peces y animales. La azolla forma una densa esterilla y se puede cultivar, o como estiércol verde o juntamente con arroz inundado. Los agricultores en China y Vietnam han usado la azolla en sus arrozales por siglos. Recientemente se ha probado en otras zonas de cultivo de arroz, en Asia y Africa. Las pruebas han mostrado que, donde está bien adaptada, la Azolla puede proporcionar el 30 a 100% del N requerido por el arroz, dependiente del rendimiento deseado. Para tener éxito, la Azolla necesita un alto nivel de fósforo, agua abundante y temperaturas no mayores a los 30 grados C, (86°F) Puede ser seriamente atacada por insectos, especialmente en los trópicos.

El uso de la Azolla requiere mucho trabajo, puesto que el helecho no produce semillas; tiene que ser mantenida en forma continuada, como una planta que crece vegetativamente y transferida a los arrozales en esta forma.

Pautas para Aplicar Fertilizantes Químicos al Arroz

Arroz de tierra seca: Aplicar un fertilizante NP o NPK al plantar o poco antes. Si se aplica antes de plantar, se puede diseminar y gradar en el suelo, aunque la dosis de P podría necesitar ser varias veces mayor para lograr los mismos resultados que con la colocación localizada. La colocación profunda del P diseminado no es tan necesaria con el arroz, puesto que muchas de las raíces se encuentran cerca de la superficie de la tierra. Se aplica aproximadamente 1/3 parte del N al plantar y el restante aproximadamente 50-60 días después. La dosis total de N puede ser tan alta como 110 kg/ha al cultivar variedades mejoradas.

Arroz transplantado inundado: La mayoría de los viveros de plántones no se fertilizan. Si se requiere P, un fertilizante NP o NPK se debe diseminar y mezclar con el suelo poco antes de plantar. La urea o un fertilizante de N amoniaco se debe usar para evitar las pérdidas por denitrificación o por filtración (vea abajo). El IRRI recomienda aplicar la mitad del N antes de transplantar y la otra mitad aproximadamente una semana después de la iniciación de las panojas (aproximadamente 60-70 días después de sembrar con una variedad de 130 días). En los suelos arenosos, el N se debe aplicar en 3 dosis iguales, 1/3 antes de transplantar, un tercio después de 20-30 días, y un tercio a la iniciación de las panojas.

Colocación de N Bajo Condiciones de Inundación: Es muy importante entender esto para evitar las pérdidas grandes de N:

- * Los suelos de arrozales inundados tienen 2 capas distintas; una capa con oxígeno (capa aeróbica) y una sin oxígeno (capa anaeróbica). La capa aeróbica se refiere al 0,5-1,0 cm superior del suelo, con la capa anaeróbica quedando abajo de ella (vea la Figura 10-1).

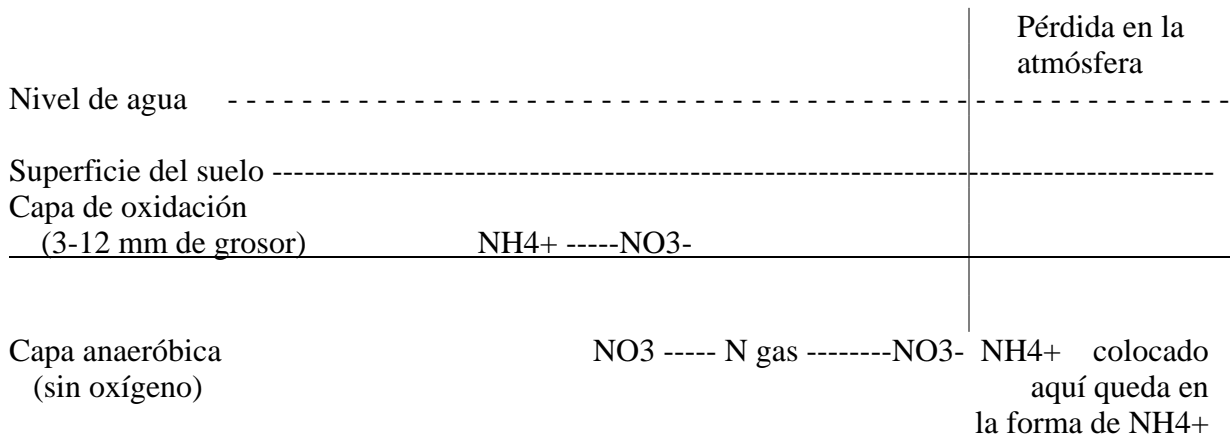


FIGURA 10-1: Diagrama de un suelo de arrozal inundado mostrando el destino del nitrógeno aplicado.

- * Cuando se necesita un fertilizante químico de N, se debe elegir urea o una forma amoniacal de N, y asegúrese de aplicarlo a aproximadamente 5 cm de profundidad. Así se reducen mucho las pérdidas de N por dos causas: denitrificación (conversión a gas N) y filtración (vea la Figura 9-4).
- * N amoniacal y urea (que se convierte en amoniaco) pueden sujetarse y retenerse por partículas de arcilla y humus (vea el Capítulo 6). El nitrato de N se filtra fácilmente.
- * Si el N amoniacal o urea se coloca a poca profundidad, queda en la capa aeróbica donde existe suficiente oxígeno para que la bacteria del suelo pueda convertir el fertilizante a la forma filtrable de nitrato. El nitrato después se dirige a la capa anaeróbica donde, o continúa filtrándose o se convierte en gas N por medio de la bacteria con necesidad de oxígeno, perdiéndose así al aire. (Esta conversión de nitrato a gas amoniaco se llama denitrificación y se explica en el Capítulo 6, en la sección N).
- * Sin embargo, si el N amoniacal o urea se coloca inicialmente en la capa anaeróbica, queda en la forma amoniaca y así estará seguro contra filtraciones y denitrificación.
- * Numerosas investigaciones han mostrado que diseminar fertilizantes de N sobre suelos inundados es sólo aproximadamente la mitad de eficaz que la colocación más profunda en la capa anaeróbica.

Métodos Para Aplicar N a Suelos de Arrozales Inundados

- * Al realizar la aplicación inicial de N en arrozales inundados, el suelo se debe inundar dentro de los 2 días para evitar la conversión excesiva de amonio a nitrato.
- * La urea es móvil durante el primero a dos días después de aplicarse, hasta que se convierta en amonio. Puesto que esta conversión requiere oxígeno, se debe retrasar la inundación del suelo por 2 días después de aplicar urea para permitir la que ocurra la conversión.
- * Evitar la inundación esporádica del arrozal. Al empezar a secarse, la capa anaeróbica se convierte en aeróbica.
- * El N diseminado sobre el agua se puede mezclar con el suelo usando un limpiador manual rotatorio.
- * No debe diseminarse N mientras que las hojas estén mojadas. Los granos de fertilizantes pueden pegarse a las hojas, causando manchas por quemaduras y su N se perderá si no llueve.

Como se puede ver, el uso de fertilizantes en el arrozal inundado es especialmente complejo, así que siempre debe consultar las fuentes fidedignas de información en su país.

PULSOS **(Legumbres de Granos)**

Poroto, caupi, maní y soja se llaman pulsos, siembras de pulsos o legumbres de granos conjuntamente con otras legumbres de semillas comestibles como el garbanzo, la arveja de paloma, poroto mung, poroto alado, haba de lima y arveja inglesa. Al contrario de los cereales de la familia de las gramíneas, los pulsos son de la familia de las legumbres (leguminosae), cuyos miembros producen semillas en vainas. Mientras que los cereales son monocotiledóneo (los plantones emergen del suelo con una hoja o cotiledóneo), los pulsos son dicotiledóneos y emergen del suelo con dos hojas de la semilla. Adicionalmente, los pulsos tienen otras 2 características notables:

- * Sus semillas maduras secas contienen 2-3 veces más proteínas (20-39%) que las de cereales (7-14%).
- * Son parcialmente o completamente auto suficientes para satisfacer sus necesidades de N, gracias al proceso llamado de fijación de nitrógeno (simbiosis).

Valor nutritivo de los Pulsos

Una taza de la mayoría de los pulsos cocinados proporcionan aproximadamente 15 gramos de proteínas (la soja proporciona 20), comparado con aproximadamente 5 gramos para la mayoría de los cereales. Ni adultos vegetarianos, ni embarazadas, ni lactantes pueden satisfacer fácilmente sus necesidades de proteína en cantidades y calidad (amino ácidos) comiendo pulsos y cereales con una relación de: 1 parte de pulso a 5 partes de cereal (cocido). Investigaciones

recientes han demostrado que los cereales y pulsos aun poseen un efecto complementario sobre la calidad de la proteína aunque haya sido ingerida varias horas de diferencia.

Las semillas maduras de pulsos también son ricas en vitaminas B y son fuentes bastante buenas de hierro. En algunas regiones, especialmente en África Occidental y Sureste de Asia, las hojas de ciertos pulsos como caupi y poroto alado también se comen. Como la mayoría de los otros vegetales con hojas verde-oscuros, las hojas de los pulsos son fuentes ricas de muchos nutrientes como vitaminas A y C, ácido fólico (folacina), calcio e hierro; también pueden contener una cantidad buena de proteína. Sin embargo, las hojas de algunos pulsos, como la del poroto de ñame (jicama, Pachyrhizus erosus) pueden ser tóxicas.

Factores Limitantes en la Producción de Pulsos

Al cultivarse bajo condiciones semejantes, el rendimiento de los pulsos suele ser aproximadamente la mitad del de los cereales, por varias razones:

- * Son mas susceptibles a insectos y enfermedades.
- * La fijación de N desvía una parte de la energía de la planta (no se preocupe, las ventajas bien valen la pena).
- * Comparadas con los cereales, las legumbres usan más de su N absorbido para aumentar la cantidad de proteína en la semilla en vez de aumentar el rendimiento.
- * Hasta recientemente, la cantidad de investigación realizada sobre los pulsos era mucho menos que aquella sobre los cereales.

Aprovechando al Máximo la Fijación del Nitrógeno

La mayoría de las legumbres tienen relaciones simbióticas con la bacteria rizobia (*Physobia* spp.) que vive en el suelo (las no leguminosas no tienen tales relaciones). Al estar presente el tipo correcto de rizobia, la bacteria infectará las raíces después de la germinación de la semilla. La planta reacciona convirtiendo algunos pelos de su raíz (pequeñas proyecciones de las raíces que parecen pelos) en nódulos para albergar la bacteria. La rizobia vive de los azúcares proporcionados por la planta y "fija" (captura) el nitrógeno del aire del suelo y lo convierte en una forma de (amonio) que las plantas pueden usar. Gracias a la fijación de nitrógeno, las legumbres son de parcial a completamente auto-suficientes para satisfacer sus propias necesidades de N, como sigue:

- * El maní, el caupi, el poroto largo, la soja, el poroto mung, el poroto de paloma garbanzo, el poroto alado, lablab (poroto de jacinto, Dolichus lablab) y los tipos de haba aparrados son completamente auto-suficientes si el suelo tiene el tipo correcto de bacteria de rizobia.
- * El poroto común (Phaseolus vulgaris) y la arveja inglesa tienen un tipo de rizobia menos eficaz y satisfacen sólo aproximadamente la mitad de sus necesidades de N.

- * Las legumbres de forraje o estiércol verde, como el trébol, el kudzu tropical, el stilo y la leucaena son completamente auto-suficientes; aun pueden proporcionar bastante N adicional para satisfacer las necesidades de cualquier pasto de forraje intermezclado con ellos (siempre que estén mezclados íntimamente y que la legumbre forma por lo menos de 40-50% de la mezcla).

Grupos de Inoculación Cruzada de Rhizobia: Existen varios tipos diferentes de rhizobia. Una variedad que forma nódulos eficaces en una especie de legumbre no siempre hará lo mismo en otra. Afortunadamente, existe una buena cantidad de trans-inoculación eficaz que ocurre entre una variedad de rizobia y diferente especies de legumbres, como muestra la Tabla 10-3.

TABLA 10-3

GRUPOS DE RHIZOBIA DE LEGUMBRES
(Incluye pulsos y otras legumbres)

Grupo de Caupi

Caupi, poroto largo, maní, poroto mung, habas, poroto de paloma, poroto ñame (jacima; Fachyrisus erosus). kudzu, crotalaria, porotos aterciopelados, porotos lablab (Dolichus labrab), poroto fasi (Fhaseolus lathyroides), siratro (Fhaseolus atropurpureus), estilo de townsville (Stylosanthes humilis), Sesbania (Sesbania bispinosa, S. grandiflora, S. sesban).

Grupo de Poroto

Poroto común (Paseolus vulgaris), incluyendo porotos riñones, porotos de la marina, negro y pinto.

Grupo de Soja

Todas las variedades de soja.

Grupo de Arveja

Arvejas de huerta (dulces) y del campo, lentejas, poroto ancho (poroto fava), veza.

Variedades Específicas

Cada una de las siguientes legumbres suelen requerir su propio tipo de rhizobia para la fijación más eficaz de N: poroto alado, garbanzo (cicer arietinum), desmodium verde (desmodium intortum) y plateado (desmodium uncatum), centrosema (centrosema pubescens) y todas las variedades de estilo perenne (sylosanthes guayanensis) excepto Schofield.

UNA NOTA SOBRE LEUCAENA (Leucaena leucocephala): aunque existen variedades específicas de rhizobia para leucaena, la Academia Nacional de Ciencias dice que no se suele necesitar inocularla dado que otros árboles leguminosos como Mimosa, Gliricidia, y Sesbania crecen en el área.

¿Cuándo se necesita la inoculación?: Bajo algunas condiciones, las semillas de ciertas legumbres se deben tratar con un inoculante comercial con el tipo correcto de rhizobia antes de plantarse. Por otro lado, la inoculación no suele ser necesaria donde una legumbre con nódulos buenos del mismo grupo de rhizobia como la siembra propuesta se ha cultivado durante los últimos 2-3 años. Por otro lado, las legumbres de variedades específicas en la tabla 10-3 casi siempre se benefician por la inoculación, especialmente al cultivarse la primera vez en un terreno, donde las inoculaciones comerciales son fácilmente disponibles, algunos servicios de extensión recomiendan inocular todas las legumbres que fijan N eficazmente antes de plantarlas, aun cuando ellas u otras del mismo grupo de rhizobia hayan sido cultivadas recientemente en el terreno. Esto es considerado como un seguro barato.

Como inocular semillas leguminosas: El inoculante comercial es un polvo oscuro basado en turbas que contiene la bacteria viva y vienen en paquetes sellados (lea la fecha de vencimiento). Se debe mantener a temperaturas por debajo de los 26° C (79°F) o en una heladera (pero no congelado) hasta su uso. Se ponen las semillas en una palangana y se humedece ligeramente para ayudar al polvo de inoculación a pegarse. (Añadir un poco de maleza que también ayuda). Se mezcla la cantidad correcta de inoculante con las semillas y se las planta en suelo húmedo a las pocas horas. No se debe exponer, ni el inoculante ni la semilla inoculada, al sol fuerte por mucho tiempo, puesto que se puede matar la rhizobia. Algunos tratamientos fungicidas de las semillas también matan a la bacteria, tanto como la aplicación de fertilizantes ácidos como superfostato en el surco de las semillas. Si no se dispone de inoculante comercial se pueden mezclar las semillas con el suelo de un campo que tiene plantas con buenos nódulos, pertenecientes al grupo de rhizobia de la siembra.

Cómo buscar nódulos buenos: Empezar mirando aproximadamente a las 2 o 3 semanas después de plantar. Suavemente quitar algunas plantas del suelo (los nódulos de algunas legumbres como la soja se despegan fácilmente) y buscar grupos de nódulos, especialmente cerca de la raíz principal. La soja y la mayoría del grupo de caupi tienen nódulos redondos que varían en tamaño, desde balas pequeñas (BB) hasta el tamaño de una arveja. Otras legumbres tienen nódulos de cuerpo irregular. Al abrirse un nódulo con cortapluma o uña, el interior debe ser rojo o rojizo si N está siendo fijado activamente. Un color verde o blanco puede indicar un tipo ineficaz de bacteria. Es normal encontrar algunos nódulos descompuestos (cada uno vive solamente pocas semanas) con interiores marrones. Entre paréntesis, el color rojo o rosado se debe a la producción de hemoglobina (como en nuestra sangre) de la planta adentro del nódulo; la hemoglobina fácilmente sujeta e inactiva el oxígeno que podría de otro modo desactivar el complejo de enzimas esencial en la fijación de N.

OBSERVACION: ¡No se deben confundir los nódulos de rhizobia con las agallas de los nematodos! Los nódulos pueden se despegar de la raíz, pero las agallas de los nematodos son hinchazones de la raíz misma y son blancas y granuladas por dentro.

Buscando fallas en nódulos inadecuados: Los factores siguientes pueden resultar en poca o ninguna nodulación, aun si se ha usado un inoculante comercial:

- * Si se ha usado un inoculante comercial, se deben tener en cuenta las precauciones mencionadas arriba en la sección sobre la inoculación.
- * La inundación del suelo puede reducir gravemente la población de rhizobia.
- * La rhizobia de soja y algunas otras legumbres originales de las zonas templadas como la alfalfa y algunos tréboles, son sencibles a los PH del suelo por debajo de 6,0.
- * La ingestación severa por nematodos disminuye la formación de nódulos.

POROTO COMUN (*Phaseolus vulgaris*)

Conocimientos Básicos Sobre el Poroto Común

Los porotos comunes son del tipo de la clasificación botánica *Phaseolus vulgaris* y se cultivan mucho por sus semillas secas y comestibles. Los tipos principales son el poroto negro, poroto rojo, poroto de riñón y poroto pinto. El término poroto del campo es más amplio y se refiere a todos los tipos de poroto del género phaseolus como en haba de lima (*P. lunatus*) y poroto mung (*P. aureos*) y a veces se usa para incluir a los de otros géneros como el garbanzo (*Cicer arietinum*).

Los porotos comunes son los que están mejor adaptados a regiones con 500-1500 mm de lluvia anualmente, aunque darán buenos rendimientos con apenas 300-400 mm de lluvia si se produce durante su periodo de crecimiento. Los porotos comunes no se adaptan bien a condiciones muy lluviosas debido al aumento en problemas con insectos y enfermedades. Comparados con el sorgo y el mijo, los porotos no toleran bien las temperaturas altas ni la humedad limitada. El desagüe adecuado del suelo es especialmente inportante, pues son susceptibles a la pudrición de las raíces. Suelen crecer mal en los suelos muy ácidos (con PH menor que 5,6), pues son muy sensibles a niveles altos de aluminio y manganeso solubles. (El desagüe deficiente también estimula la toxicidad de manganeso y del aluminio).

Comprobando la toxicidad del aluminio: Las hojas inferiores de los plantones se ponen uniformemente amarillas con los márgenes muertos; el crecimiento se retrasa. Si la toxicidad es severa, las plantas pueden morir poco después de emerger, pero ésto se puede confundir con el daño de pudrimiento causado a las raíces por los hongos.

Notando la toxicidad de manganeso: vea el Apéndice E.

Etapas y formas de crecimiento: Las variedades de porotos puede ser arbustos, semi-enredaderas, o enredaderas en la forma de crecimiento. El tiempo del primer florecimiento varía entre aproximadamente 30 y 55 días después de plantar, de acuerdo con la variedad y la temperatura. En épocas de tiempo cálido las variedades de prota maduración pueden producir vainas maduras en un lapso tan breve como de 70-75 días. Las variedades tardías toman 90 o más días. Los tipos

de arbustos suelen tener todas sus vainas maduras casi al mismo tiempo; por otro lado, las enredaderas tienen un patrón indeterminado de crecimiento, significando que la madurez de las vainas no es uniforme y el periodo de cosecha dura varias semanas o aun más. Las variedades indeterminadas pueden ser especialmente ventajosas donde las condiciones de humedad no son confiables, pues la polinización (perjudicada durante la sequía) ocurre sobre un período mucho más largo que para los del tipo de arbusto.

Rendimientos: Rendimientos promedio de porotos en la mayor parte del Tercer Mundo son de aproximadamente 500-700 kg/ha (de semillas maduras secas). Este rendimiento se compara con 1600 kg/ha como promedio en los EE.UU.

Necesidades de nutrientes de los Porotos

Nitrógeno: Los porotos son los menos eficaces fijadores de N y suelen requerir algún nitrógeno adicional; la dosis sugerida de N es entre 40-80 kg/ha. Los fertilizantes acidificantes como sulfato de amonio y urea (vea el capítulo 9) pueden aumentar la probabilidad de toxicidades de aluminio y manganeso si se les aplica en bandas cerca de la hilera en suelos muy ácidos. En tal caso, puede ser mejor diseminar el N sobre un área mayor.

Fósforo: Los porotos requieren mucho P y éste P suele ser el nutriente limitante principal en muchos casos, especialmente en suelos con alta capacidad para retener P. (Vea el capítulo 6). Una dosis de 40-80 kg/ha de P₂O₅ es común y se debe colocar localmente. En suelos con muy alta capacidad para retener el P, dosis tan altas como 200 kg/ha de P₂O₅ han sido aplicadas en bandas.

Potasio: Las deficiencias son menos comunes en porotos.

Magmesio: Las deficiencias pueden ocurrir en suelos muy ácidos o que contienen mucho Ca y K. Vea el Capítulo 9 para la dosis sugerida.

Micronutrientes: Porotos son más susceptibles a las deficiencias de manganeso, zinc y boro. Las variedades difieren en su sensibilidad (Vea el Capítulo 9 para la dosis recomendada).

Cuando se aplica un fertilizante NP o NPK al plantar, el método de bandas es el más factible, pero se debe evitar el contacto del fertilizante con las semillas; los porotos son bastante susceptibles a quemarse.

Como todas las siembras, los porotos reaccionan bien a los fertilizantes orgánicos cuando se dispone de suficientes cantidades.

CAUPI

(Vigna unguiculata; sinónimo Vigna sinensis)

Conocimientos Básicos Sobre el Caupi

Después del maní, el caupí es la siembra leguminosa principal de Africa Occidental en la zona de 500-1200 mm de lluvia, pero también se cultiva en muchas otras zonas del mundo. Tolera calor y sequía mejor que los porotos comunes, pero no se almacena tan bien y es muy susceptible al ataque por gorgojos. El caupi crece bien en una amplia variedad de suelos pero requiere un buen desagüe; también tolera más la acidez del suelo que los porotos comunes. El poroto largo (poroto de espárrago, vigna sesquipedalis) es muy semejante al caupi y se cultiva mucho en Asia y partes del Caribe. Sus requerimientos de suelo y clima son semejantes a los del caupi. Ambas siembras también se pueden usar como estiércol verde.

En algunas áreas, como el Africa Occidental, se comen tanto las hojas como las semillas de caupi. Las hojas cocinadas son fuentes ricas de vitamina A (en la forma de carotina), vitamina C (si no se cocinan demasiado), ácido fólico, calcio y hierro.

El caupi tiene formas de crecimiento y rendimiento muy semejantes a las del poroto común. Sus necesidades de nutrientes también son semejantes, excepto que el caupi fija N muy eficazmente y raras veces necesita N adicional.

MANI

(Nuez de la tierra)

Conocimientos Básicos Sobre el Maní

El maní es un producto importante del mercado y de consumición en muchos puntos del Tercer Mundo. Las nueces maduras descascaradas contienen aproximadamente 28-32% de proteínas y varían en su contenido de aceite entre aproximadamente 38-50%. Mientras que el contenido de grasa de la mayoría de los pulsos es de aproximadamente 2-11% de las calorías totales (39% en soja), el de maní es una asombrosa porción del 70%.

El mani tolera bien la sequía y el calor y se adapta especialmente a los trópicos más húmedos si se controlan las enfermedades fungales de las hojas como la mancha de hoja y se cultiva cuando la cosecha no coincida con el tiempo húmedo. El maní no tolera el desagüe deficiente pero crece bien en los suelos ácidos. Un PH cerca al 5,5 es ideal para el maní, pero tolera suelos tan ácidos como PH 4,8. Los suelos que forman costras o panes no sirven para maní, pues la penetración de las clavijas (vea abajo) se retarda.

Etapas de Crecimiento del Maní

El florecimiento empieza aproximadamente 30-45 días después de la emergencia y termina en 30-40 días más. Las flores son auto-polinizadas y se marchitan solamente 5-6 horas después de abrirse. Una planta puede producir hasta 1000 flores, pero sólo aproximadamente 15-20% producen vainas maduras.

El maní mismo crece en la punta de la clavija que es un crecimiento semejante al tallo con un ovario (vainas futuras del maní) en su punta. Las vainas comienzan a extenderse desde las flores después de la polinización y comienzan a penetrar en el suelo aproximadamente 3 semanas después. Al alcanzar la profundidad de 2-7 cm, las vainas inician su desarrollo rápidamente y maduran aproximadamente 60 días después del florecimiento.

Todas las nueces no maduran al mismo tiempo, pues el florecimiento dura 30-40 días. La cosecha no se puede retrasar hasta que todas las vainas hayan madurado o resultarían pérdidas grandes por el desprendimiento de las vainas y el brote penetrado en los tipos de Valencia y Español.

Rendimientos: Los rendimientos promedio en el Tercer Mundo son de aproximadamente 500-900 kg/ha de nueces con cáscaras, comparadas con un promedio de 2700 kg/ha en los E.U.A.. Los rendimientos factibles para los agricultores de pequeña escala usando un buen manejo alcanzan 1700-3000 kg/ha, de acuerdo con la cantidad de lluvia.

Necesidades y Métodos de Aplicación de Fertilizantes Para Maní

El maní suele reaccionar inciertamente a los fertilizantes y frecuentemente reacciona mejor a la fertilidad residual de aplicaciones previas realizadas a otras siembras.

Una nota especial sobre fertilizantes orgánicos: Los fertilizantes orgánicos son muy apropiados para el maní. Sin embargo, en áreas donde la enfermedad del suelo llamada moho blanco (*Sclerotium rolfsii*) es común, los agricultores no deben dejar materia orgánica alguna (estiércol, estiércol verde, residuos de siembras) sobre la superficie del suelo, sino mezclarla muy bien con ella. La materia orgánica sirve como tierra de reproducción para el hongo de moho blanco cuando se deja sobre la superficie.

PH del suelo: El maní crece mejor en suelo con el PH entre 5,3 y 6,5. El PH más alto aumenta la probabilidad de deficiencias de manganeso, mientras que las condiciones muy ácidas favorecen la toxicidad del manganeso y el aluminio.

El Nitrógeno y la Nódulación: Al estar presente la propia bacteria rhizobia, el maní suele poder satisfacer sus necesidades de N con 2 excepciones:

- * En áreas bajas que quedan mojadas, la rhizobia puede morir y las plantas empezar a ponerse amarillas. Una aplicación de 20-40 kg/ha de N puede ser necesaria para mantener las plantas por varias semanas hasta que la bacteria se restablezca.
- * En algunos casos (principalmente en suelos arenosos de colores claros), 20-30 kg/ha de N aplicado al plantar parecen ayudar a las plantas hasta que la rhizobia comience a aproximadamente 3 semanas después de la emergencia. Esto no se recomienda comúnmente.

Inoculación de semillas: Normalmente no es necesaria si se planta el maní en tierra que anteriormente ha producido maní, caupi, poroto mung, u otros miembros del grupo de rizobia de caupi durante los últimos 3 años. (Muchas malezas leguminosas también son de este grupo). Si

se inoculan las semillas, hay que asegurar el uso del tipo correcto de bacteria rizobia. Referirse a la Sección los pulsos para obtener información sobre inculación.

Como buscar nubilación adecuada: Referirse a la sección introductora sobre los pulsos.

Fósforo y Potasio: El maní tiene una capacidad extraordinariamente buena para la utilización del P y K residuales de aplicaciones previas y raras veces reacciona bien a aplicaciones directas a menos que los niveles del suelo no son muy bajos. Existe buena evidencia que los niveles altos de K en la zona de las vainas pueden aumentar el número de vainas vacías, debido a la disponibilidad disminuida de calcio.

Calcio: El maní es una de las pocas siembras que necesitan mucho Ca. Las plantas verde-claro y un alto porcentaje de vaina vacías pueden señalar deficiencias de Ca. El calcio no se mueve desde la planta a las vainas, pero cada vaina tiene que absorber su propia necesidad de Ca. El yeso (sulfato de calcio) se usa para proporcionar Ca al maní, puesto que es mucho más soluble que la cal y no alza el PH del suelo. La aplicación usual donde existen deficiencias es de 600-800 kg/ha del yeso seco aplicado directamente sobre la hilera misma (el yeso no quema a las plantas) en una banda de 40-45 cm de ancho en cualquier momento, desde el plantío hasta el florecimiento.

Micronutrientes: El Boro y el Manganeso son los más frecuentemente deficientes. El borax (11% B) se puede mezclar con polvo de fungicida o con yeso en una dosis de 5-10 kg de borax. En cambio, las plantas se pueden rociar con Solubor (20% B) con la dosis de 2,75 kg/ha. Aplicaciones más fuertes fácilmente pueden dañar las plantas.

Para las deficiencias de manganeso, el sulfato de manganeso (26-28% Mn) puede aplicarse en bandas con el fertilizante de la hilera al tiempo de plantar, en una dosis de 15-20 kg/ha. Se pueden rociar las plantas con sulfato de manganeso soluble, con una dosis de 5 kg/ha; se debe usar un agente humectante.

Señales de Hambre en el Maní: Vea el Apéndice E.

SOJA

Conocimientos Básicos Sobre la Soja

La soja madura seca contiene 14-24% de aceite y aproximadamente 30-40% de proteína. En el Hemisferio Occidental, la soja se cultiva principalmente por su aceite, que se usa en margarina en la cocina y en la industria. La harina restante después de extraer el aceite es un alimento importante que contiene mucha proteína y se usa en los alimentos de ganado. La soja cruda contiene un inhibidor de digestión de proteína (un inhibidor de la tripsina) que tiene que ser desactivado por calor antes de usarla para comida o alimento; esto se realiza durante la fabricación de la harina de soja.

Las mejores áreas de cultivo de soja están en los EE.UU, Brasil, China, Argentina y el Sureste de Asia. Su reputación como una siembra con mucha proteína (35-40%) ha tentado a muchos agentes de desarrollo a introducirla a nuevas áreas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta los siguientes posibles problemas:

- * Los pulsos locales pueden adaptarse mejor al área. La soja prefiere un PH de 6,0-7,0 y no tolera bien los suelos ácidos. La alta humedad y lluvia estimulan los problemas con insectos y enfermedades.
- * Como algunos tipos de sorgo y mijo, todas las variedades de soja son muy sensitivas a la duración del día (fotoperiodo) y tienen un alcance estrecho de adaptación al norte o sur de sus orígenes. El florecimiento y la formación de vainas son estimulados por los días cortos. Si una variedad se lleva a un lugar con días más cortos (hacia el Ecuador), el florecimiento y la formación de vainas empezarán mientras las plantas son todavía muy pequeñas, y así la rendición sería baja.
- * A pesar de ser fijadores muy eficaces de N, las sojas requieren un tipo específico de rizobia diferente al de las otras legumbres. Este tipo (Rhizobium japonicum) probablemente no se encontrará en suelos que no se cultivaron anteriormente con soja; en este caso, la inoculación de las semillas será necesaria.
- * La soja frecuentemente tiene problemas con la aceptación de su sabor. Sin embargo, métodos nuevos de preparación y recetas imaginativas han ayudado mucho a vencer este problema.

Rendimientos: El rendimiento promedio de la soja en los E.U.A. es de aproximadamente 2000 kg/ha con rendimientos comunes de 2500-3000 kg/ha. Una meta razonable para los trópicos sería de aproximadamente 1800-2500 kg/ha.

Guías de Fertilizantes Para Soja

La soja crece mejor con un PH entre 6,0-7,0. Los suelos más ácidos deprimen la actividad de su tipo particular de bacteria rizobia y también pueden causar toxicidades de manganeso y aluminio así como deficiencias de molibdeno (Mo también es necesario para la rizobia). Arriba del PH 7,0, las deficiencias de P y de micronutrientes (excepto de Mo) son más comunes.

Nitrógeno: La soja fácilmente puede satisfacer su propia necesidad de N cuando está presente el tipo correcto de bacteria rizobia. El fertilizante de N raras veces da reacciones rentables en las plantas bien noduladas. Algunas fuentes recomiendan la aplicación de un poco de N (25-30 kg/ha) al tiempo de plantar para dar a las plantas un comienzo bueno, pero la evidencia de varias investigaciones está en contra de éste tipo de aplicación.

Inoculación de Semillas: La soja requiere un tipo muy específico de bacteria rhizobias. Si no se ha cultivado soja en el mismo suelo durante los últimos 1 o 2 años con nódulos buenos (vea la sección sobre maní), la semilla se debe inocular con la rhizobia de soja, que se llama Rhizobium japonicum. (Referirse al comienzo de la Sección sobre pulsos para información sobre cómo inocular las semillas).

Fósforo y Potasio: La soja reacciona bien a P y K donde los niveles del suelo son muy bajos. Como el maní, una buena reacción es menos probable si sigue a una siembra bien fertilizada. Una dosis de 30-60 kg/ha de P₂O₅ es común. La soja usa mucho K y la dosis varía de 30-100 kg/ha de K₂O. El P y K se pueden plantar en una banda de aproximadamente 5-7,5 cm (el ancho de 3 o 4 dedos) de la hilera de semillas y a 7,5 cm de profundidad al tiempo de plantar. La soja es sensible a las quemaduras por fertilizantes cuando se usa el K (el P no quema).

Micronutrientes: Aunque es sensible a la toxicidad del manganeso en los suelos muy ácidos, la soja también es susceptible a deficiencias de manganeso cuando el PH es mayor al 6,5. Se debe seguir la dosis dada para el maní. El molibdeno es necesario para ambas, la planta y la rhizobia, pero la deficiencia ocurre solamente en los suelos ácidos. Añadir cal al suelo hasta que tenga un PH de 6,0 suele corregir tales deficiencias (tanto como las toxicidades de manganeso y aluminio). En vez de añadir cal, la semilla misma se puede tratar con Mo al inocularla. Se agrega 15 gramos de molibdato de sodio o de amonio a una taza (240 cc) de agua caliente y después se agrega un poco de melaza o miel. Se enfría la solución y después se agrega un poco de melaza o miel. Se enfría el agua y después se mezcla la solución con 25-30 kg de semillas. Mezclar en el inoculante y plantar la semilla tan pronto como sea posible.

SIEMBRAS DE RAICES

CAZABE (MANDIOCA)

Conocimientos Básicos Sobre el Cazabe

El cazabe es una siembra de tubérculos, resistente a la sequía, bien conocido por su adaptación al suelo pobre. Es la cuarta más importante fuente de energía en los trópicos, después de arroz, maíz, y caña de azúcar. Aunque sus raíces tienen muy poca proteína, son una fuente excelente de calorías. En muchas áreas, las hojas también se comen (cocinadas) y son ricas en proteína (aproximadamente 30% de su peso seco), vitamina A (en la forma de carotina), vitamina C y ácido fólico. También son una fuente bastante buena de hierro y calcio. 2 hojas de cazabe proporcionan a un niño suficiente vitamina A por un día y se reducen a un volumen de solamente 15 cc (una cucharada) al cocinarse.

Los tubérculos y hojas contienen cantidades variables de ácido hydrociánico (HCN, ácido prúsico), que es tóxico. Las variedades de cazabe se agrupan en tipos "amargos" (con mucho HCN) y "dulces" (con poco HCN). Aun los tubérculos de los tipos dulces tienen que detoxificarse pelándolos (la mayoría de HCN queda en la cáscara), luego, cocinarse, asearse, o secarse en el sol. Los tipos amargos frecuentemente se usan para producir almidón y alcohol comercial, pues suelen dar mayor rendimiento.

Las raíces de cazabe están listas para cosecharse 8-15 meses después de plantar los pedazos de tallos de aproximadamente 25-30 cm. Para la monocultura, una densidad de aproximadamente 10,000 plantas/hectarea parece ser lo mejor. Aunque los tubérculos se almacenen bien en la tierra al retrasarse la cosecha, ellos se pudren pocos días después de cosecharse. Cosechar las hojas disminuye el rendimiento de tubérculos, que suele ser de aproximadamente 9500 kg/ha como promedio. Se han logrado rendimientos experimentales de 80,000 kg/ha o más. En los suelos pobres, con poca humedad, los rendimientos promedio son de aproximadamente 1000-2000 kg/ha.

El cazabe es inusual porque no tiene un periodo crítico después de establecerse en donde la sequía reduce mucho el rendimiento. Sorpresivamente, la mayoría de las raíces son poco profundas, pero tienen la capacidad de proliferarse en reacción a la sequía. Se considera que el cazabe es uno de los más eficaces productores de carbohidratos (energía) bajo condiciones agrícolas adversas en las áreas tropicales y también es una siembra que necesita de relativamente poco manejo.

Necesidades de Fertilizantes Para Cazabe

El cazabe tiene una tolerancia buena poco usual a los suelos muy ácidos con niveles altos de aluminio soluble que dañarían a otras siembras. Aunque es bien adaptado a los suelos poco fértiles, reacciona muy bien a los fertilizantes orgánicos y químicos. Algunos agrónomos piensan que el cazabe extrae cantidades grandes de nutrientes (especialmente K) del suelo, cuando posiblemente el agotamiento de la fertilidad después de varios años consecutivos de cultivo intensivo, si no se añaden fertilizantes. Sin embargo, la investigación ha demostrado que a excepción de K, el cazabe realmente usa menos fertilizantes que las otras siembras por unidad seca de rendimiento. Se cree que los hongos micorhizobios de las raíces (vea el capítulo 1) tienen un papel especialmente importante para aumentar la absorción de P por el cazabe en suelos con poco P.

Necesidades de NPK: El N excesivo favorece la producción de hojas en vez de tubérculos, así las recomendaciones para N varían entre 50-120 kg/ha. El P es el nutriente más comúnmente deficiente en gran parte de América Latina, pero deficiencias de N y K son más comunes en África y Asia. La dosis recomendada de P₂O₅ varía entre 60-130 kg/ha. El cazabe tiene una de las mayores necesidades de K de todas las siembras tropicales y la dosis de fertilizante varía entre 60-150 kg/ha de K₂O. Aplicaciones divididas de K frecuentemente se recomiendan, especialmente donde el potencial de filtración es elevado.

Métodos de aplicación: Se aplica todo el P y K, conjuntamente alrededor del 1/3 a 1/2 del N, al tiempo de plantar. El método de bandas o semi-círculos se puede usar; debe evitarse la diseminación del fertilizante en los suelos con alta capacidad para retener. El N restante se puede aplicar lateralmente en 1 o 2 aplicaciones entre 1 y 3 meses después de plantar. (En áreas muy lluviosas, la dosis de K se deberá dividir en 2 aplicaciones).

PAPAS

Conocimientos Básicos Sobre la Papa

En todo el mundo, las papas ocupan el 4º lugar en producción después del trigo, el maíz y el arroz, aunque su producción en los trópicos está limitada frecuentemente por el calor. Las papas suelen menospreciarse como comida que engorda y es de baja calidad. Aunque no es una fuente rica en proteína, tiene 2 veces la proteína del cacahuate o de la batata y la calidad de sus aminoácidos rivaliza la de la carne. La papa es muy baja en contenido de grasas (1%) y es una buena fuente de vitamina C. Una papa de 140 gramos contiene aproximadamente 100 calorías, comparadas con 270 calorías de una hamburguesa de 85g (3 oz). Proporcionará aproximadamente 4-5% de la caloría necesaria diariamente un adulto, conjuntamente con 6% de la proteína, 35% de la vitamina C, 10% del hierro, 20% de la vitamina B6 y varios otros nutrientes.

En los últimos años, el cultivo de las papas se ha extendido rápidamente a las áreas tropicales y sub-tropicales por varias razones. Las papas dan más energía comestible por unidad de tiempo que casi cualquier otra siembra, aun el maíz o el cacahuate. Tienen una elevada demanda en todo el Tercer Mundo y se venden por precios buenos.

Un factor limitante es el alto costo de la producción (aproximadamente \$1000/ha), debido principalmente al volumen y precio de la "semilla" requerida (papas enteras o cortadas). Se suele necesitar 1000-2400 kg/ha de papas para sembrar. Investigaciones innovadoras recientemente realizadas por el CIP (Centro Internacional de Papas en Lima, Perú) han encontrado nuevos métodos de propagación con semillas verdadera de papa (TPS, por sus siglas en inglés), tuberculitos producidos por TPS, yema de hojas, o culturas de tejidos cortados del tallo.

Adaptación: Las papas prefieren temperaturas más frescas y pueden soportar escarchas livianas. Los mejores rendimientos suelen lograrse en áreas donde la temperatura promedio diaria (el promedio de la alta y baja del día) no sobrepasa 20-21 grados C (68-70°F) durante el período de formación de los tubérculos. Las temperaturas más altas deprimen la producción de los tubérculos pues las plantas respiran (queman) mucho del almidón que producen en vez de almacenarlo. (Las temperaturas más altas son aceptables durante el crecimiento inicial). Los efectos reductores de la temperatura diaria alta sobre el rendimiento pueden neutralizar

parcialmente con temperaturas nocturnas bajas. Las clases de papas varían mucho en su tolerancia al calor. Trabajos recientes de producción, encabezados por el CIP, han desarrollado variedades más tolerantes al calor.

Etapas de Crecimiento: La mayoría de las variedades maduran aproximadamente 100-125 días después de plantarse los trozos de papas. El brote aparece aproximadamente 2-4 semanas después de sembrar y la formación de tubérculo comienza unas o semanas más tarde (no tiene nada que ver con el florecimiento). La madurez completa muchas veces no se logra debido a la defoliación por enfermedades de foliáceas causadas por hongos como las plagas temprana y tardía. Las papas requieren mucho más adiestramiento y cuidado para cultivar que muchas otras siembras del campo y son susceptibles a numerosas enfermedades de las hojas y tubérculos.

Necesidades de Fertilizante Para la Papa

Las papas son grandes consumidoras y reaccionan muy bien a los fertilizantes orgánicos y químicos, especialmente debido a que su sistema de raíces es pequeño y los tubérculos se forman en un periodo relativamente corto de tiempo. Prefieren un PH del suelo de 5,0-6,5 y son bastante tolerantes al suelo ácido. Un método para controlar la sarna de la papa (un hongo del suelo, Streptomyces scabies) es mantener el PH abajo de 5,5.

Nitrógeno: Aplicar demasiado N favorece el crecimiento de hojas en vez de tubérculos, pero la mayoría de las variedades mejoradas reaccionan bien a dosis de hasta 110 kg/ha o más. La dosis recomendada varía entre 50-80 kg/ha para agricultores de pequeña escala en el Tercer Mundo.

Fósforo: El P aumenta el número de tubérculos en vez de aumentar su tamaño, acelera la madurez y mejora la calidad. Una dosis tan alta como 100-200 kg/ha de P₂O₅ se recomienda para suelos con poco P y se debe aplicar en bandas en vez de diseminarla.

Potasio: Las papas tienen necesidades especialmente altas de K y aun los suelos con mucho K se pueden agotar en pocos años de cultivo de papas. Las cantidades para suelos moderados en su contenido de K varían entre aproximadamente 50-100 kg/ha de K₂O, con dosis aun mayores para los suelos con poco K. Con dosis mayores de 50-60 kg/ha, se debe usar el sulfato de potasio en vez de cloruro de potasio (muriato de potasa), pues el cloruro excesivo reduce el contenido de almidón y la calidad de los tubérculos.

La deficiencia de Magnesio a veces es un problema en suelos ácidos con un PH menor a 5,5. Para aumentar el PH se debe usar la piedra caliza dolomítica. Las sales de epsom (sulfato de magnesio) se pueden aplicar al suelo con una dosis de 200-250 kg/ha, o las plantas se puede rociar con una solución de 2,0-2,5 kg de sal de epsom en 100 litros de agua.

Señales de Hambre en las Papas: Vea el Apéndice E.

Métodos para aplicar fertilizantes químicos: Se aplica 1/3 - 1/2 del N conjuntamente con todo el P y K al tiempo de plantar en una banda aproximadamente de 5 -7,5 cm al lado de la hilera de semillas y a 5 cm más profundo. Se aplica al lado el N restante aproximadamente 40 días

después en una banda aproximadamente de 25-30 cm de la hilera. El N se puede mezclar un poco con el suelo, combinando el abono lateral con una operación de quitar y amontonar la maleza.

BATATA

Las batatas son una fuente excelente de energía y también contienen pocas grasas, como las otras siembras de raíces. Las variedades anaranjadas (ñame) contienen mucha vitamina A (en la forma de carotina). Una batata mediana (de 5 cm por 12,5 cm) proporciona aproximadamente la mitad del requerimiento diario adulto de vitamina C, juntamente con 2 veces la vitamina A requerida (si es del tipo anaranjado). En muchas áreas, las hojas también se comen crudas o cocinadas y son una buena fuente de vitamina A, vitamina C, ácido fólico, hierro, calcio y potasio; también, contienen bastante proteína.

Al contrario de las papas irlandesas, las batatas constituyen una siembra de climas cálidos; las raíces están listas para cosecharse en aproximadamente 4-5 meses. En los trópicos, se suelen plantar pedazos de las enredaderas de aproximadamente 30-40 cm de largo. Aproximadamente 2/3 de la enredadera (por lo menos 4 nudos) se debe cubrir con suelo, dejando el resto expuesto. (Los tubérculos crecen de los nudos plantados). Los pedazos son robustos y empiezan a formar raíces en solamente 2-3 días. Una investigación recientemente realizada en Puerto Rico mostró que guardando los pedazos por 2 días antes de plantarlos, para que formen raíces, aumentó el número de tubérculos y el rendimiento, sin embargo, al quitar las hojas de los pedazos para reducir la transportación, disminuyó el rendimiento. También se puede comenzar "esgüejos" (plantitas producidas al sembrar tubérculos densamente en un almacigo). El plantar pedazos de enredaderas tiene la ventaja de no transmitir enfermedades de las batatas que se encuentran en el suelo.

Necesidades de Fertilizantes Para la Batata

Las batatas responden bien a los fertilizantes orgánicos y químicos. Las cantidades excesivas de N favorecen el crecimiento de arriba en vez de raíces, por eso se recomienda una dosis de 50-80 kg/ha de N. La dosis recomendada de fósforo varían entre aproximadamente 40-70 kg/ha de P₂O₅. Las batatas consumen mucho K. En los suelos con poco K, se recomienda una dosis de 80-130 kg/ha de K₂O. Deficiencias de boro ocurren a veces y se pueden tratar mezclando 5-6 kg/ha de borax (11% boro) con el fertilizante NPK. Esta dosis es igual a solamente 0,5-0,6 gramos de borax por metro cuadrado. Una dosis mayor puede dañar a las plantas.

Se aplica 1/3-1/2 del N y K al plantar, juntamente con todos los P. El N y K restantes se aplican 1 o 2 aproximadamente 1 o 2 meses después de plantar. Se usa el método de bandas al tiempo de plantar.

Si se cultiva en lomos altos, el fertilizante NPK se puede aplicar en una banda que cobra por abajo de la futura hilera de plantas; el lomo en tal caso se debe formar encima de ella y separará el fertilizante con suficiente suelo para evitar quemaduras.

Señales de Hambre en la Batata: La deficiencia de N causa que las hojas se pongan verde claro o amarillas y los tallos rojos. La falta de P produce hojas verdes oscuras con púrpura en las venas o por abajo de las hojas. La falta de K empieza con las puntas de las hojas amarillas o brocíneas, gradualmente moviéndose hacia el centro de la hoja. Vea también el apéndice E.

VEGETALES

La mayoría de los vegetales contienen pocas calorías pero muchos nutrientes en términos de vitaminas y minerales. Los vegetales con muchas hojas de un color verde oscuro como kang kong, el pak choy y el amaranto son fuentes excelentes de vitamina A (en la forma de carotina), vitamina C, vitaminas B, calcio, hierro y potasio (sin embargo el amaranto, la espinaca, la acelga y las hojas de remolacha contienen oxalatos que retienen mucho de su hierro y calcio; pueden ser parcialmente desactivadas mediante la cocción. Las hojas verde oscuras también proporcionan cantidades significativas de proteínas.

Los vegetales anaranjados y amarillos, profundos como el melón, la zanahoria y la calabaza, son fuentes excelentes de vitaminas A y C y de potasio. Por ejemplo, una zanahoria grande contiene 2 veces el requerimiento diario de vitamina A de un adulto. Además de evitar deficiencias de vitamina A, que puede causar ceguera y muerte por infecciones; hoy en día se sabe que la carotina juega un papel importante en evitar varios tipos de cáncer.

El Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) en Taiwan es el centro internacional de investigación más activo en la producción de vegetales tropicales y subtropicales. El AVRDC ha producido diversas variedades tolerantes al calor de vegetales de la estación fría como la coliflor. También trabaja en la resistencia a las enfermedades y en prácticas generales de la producción. (Vea el Apéndice G para su domicilio).

Necesidades Generales de Fertilizantes Para Vegetales

Puesto que la mayoría de los agricultores del Tercer Mundo cultivan vegetales en áreas pequeñas, constituyen una situación ideal para el uso de fertilizantes orgánicos (vea el Capítulo 8) y reaccionan muy bien a ellos. Sin embargo, en los casos en que los fertilizantes orgánicos no sean suficientes se pueden usar fertilizantes químicos si se dispone de los recursos económicos y suelen ser muy provechosos en las huertas bien manejadas.

Necesidades de NPK: El tipo y cantidad de fertilizante necesario varía mucho con el suelo, el vegetal y otros factores claves explicados en el Capítulo 9. La Tabla 10-4 proporciona la gama de dosis de NPK compiladas de un número de fuentes de investigación y extensión de todo el mundo.

TABLA 10-4

LA DOSIS COMUN DE NPK PARA VEGETALES

	-----kg/ha-----		
	N	P2O5	K2O
Remolacha , zanahoria, cabolla	60-100	40-80	60-100
Repollo, brócoli, lechuga, coliflor	60-120	60-80	40-80
Pepino, calabaza, melones	60-100	60-80	60-80
Pimiento, berenjena	70-100	40-80	40-100
Tomate de arbusto (determinados *)	60-120	60-140	60-120
Tomate de enredadera (indeterminados *)	100-180	60-140	60-150

* Los tomates determinados son arbustos bajos que tienen un período de cosecha de aproximadamente 2-6 semanas. Los indeterminados son enredaderas altas que pueden producir tomates hasta 6-8 meses o más, toda vez que el agua, la temperatura, el control de pestes y los nutrientes sean adecuados.

TABLA 10-5

Susceptibilidad de los Vegetales a Deficiencias de Nutrientes Secundarios

<u>Nutrientes</u>	<u>Vegetales susceptibles</u>
Calcio	Tomate, apio
Magnesio	Repollo, berenjena, pepino, tomate, pimiento, sandía
Azufre	Espárrago, cebolla y la familia de <u>Crucíferas</u> (<u>repollo, brócoli, nabo, pak choy, kale, coliflor</u>)

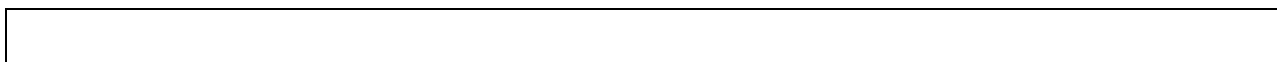


TABLA 10-6

Reacciones de los Vegetales a los Micronutrientes
Cuando los Niveles del Suelo son Bajos *

<u>Vegetales</u>	<u>Manganeso</u>	<u>Boro</u>	<u>Cobre</u>	<u>Zinc</u>	<u>Molibdeno</u>	<u>Hierro</u>
Remolacha	Alta	Alta	Alta	Moderada	Alta	Alta
Brocoli	Moderada	Moderada	Moderada	-----	Alta	Alta
Repollo	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Zanahoria	Moderada	Moderada	Moderada	Baja	Baja	-----
Coliflor	Moderada	Alta	Moderada	-----	Alta	Alta
Pepino	Moderada	Baja	Moderada	-----	-----	-----
Lechuga	Alta	Baja	Alta	-----	Alta	-----
Cabolla	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	-----
Rábano	Alta	Moderada	Moderada	-----	Moderada	-----
Tomate	Moderada	Alta	Moderada	-----	Moderada	-----

* De Lorenz y Maynard, Kott's Handbook for Vegetable Growers, segunda edición, 1980, pp.126. Manual de Knott para Productores de Vegetales).

DIRECCIONES PARA APLICAR FERTILIZANTES QUIMICOS A VEGETALES

Vegetales Plantados Directamente

Las aplicaciones en bandas son muy apropiadas para los vegetales que se siembran directamente como el nabo, el rábano, la mostaza, el pak choy, la lechuga, la espinaca, el repollo chino y el quingumbo. El método de semi-círculo resulta bien con las cucurbitáceas (pepino, calabaza, etc) y con los trasplantes. Se aplica todo el P y K juntamente con 1/3-1/2 del N al tiempo de plantar. El N restante se aplica lateralmente una o más veces, de acuerdo con el tiempo que falta para la madurez y el método de cosecha. Por ejemplo, los vegetales de hoja como la lechuga, la espinaca, la acelga y el pak choy, se pueden cosechar de una vez o algunas hojas a la vez durante un mes o dos (las nuevas hojas continúan emergiendo del centro). En el segundo caso se puede realizar 2 o 3 aplicaciones de N a intervalos de 2 o 3 semanas.

Vegetales Transplantados

El tomate, el pimiento, la berenjena, el repollo, el brócoli, la coliflor, la lechuga y la cebolla suelen crecer mejor si empiezan en un almácigo de vivero, cajón semillero, o envases pequeños y se transplantan al terreno 3-6 semanas después.

Almácigo de Vivero o Cajón de Semillas: En la mayoría de los casos, el estiércol o abono proporcionan suficientes nutrientes para el periodo del vivero. (Vea el Capítulo 4 para la preparación de una mezcla para cajones). Sin embargo, existen 3 casos en que el abono químico puede ser necesario:

- * Si el suelo se ha esterilizado con calor antes de plantar, quizás no quedó suficiente bacteria beneficiosa para convertir el N orgánico del estiércol o abono a N disponible para las plantas. Sin embargo, el estiércol nuevo contiene mucho N disponible.
- * Si el estiércol o abono es de baja calidad debido a mal almacenaje y a desabrigo.
- * Si a las plantas les falta N en el vivero. El riego mismo frecuentemente es suficiente para causar mucha filtración.

Cuando se necesita fertilizantes NPK, se debe diseminar el equivalente de 60-80 grs/m², (600-800 kg/ha, de 10-20-10 o 10-30-10 y mezclarlo bien con los 10-15 cm superiores del suelo. No se debe aplicar más de 60-80 kg/ha de N para que las plantas no se vuelvan demasiado suculentas y más susceptibles a enfermedades causadas por hongos. Los fertilizantes con la proporción 1:2:1 o 1:3:1 andan mejor pues permiten la aplicación de suficiente P diseminado sin exceder las proporciones de N o K.

OBSERVACION: Se debe ignorar la cantidad de NPK aplicada al vivero cuando se determina la dosis de NPK necesaria después de transplantar.

Deficiencia de N en el Almácigo del Vivero: Si las plantas se ponen amarillas debido a la deficiencia de N, se debe disolver en agua un fertilizante puro de N y aplicarlo sobre el lecho en una dosis de 30 kg/ha de N, lo que será igual a:

- 15 gramos de sulfato de amonio (21-0-0) por metro cuadrado
- 10 gramos de nitrato de amonio (33-0-0) por metro cuadrado
- 7-8 gramos de urea (45-0-0) por metro cuadrado

Después de dicha aplicación, se riegan las plantas con agua pura para quitar cualquier solución del fertilizante que quedó sobre las hojas. Si las plantas se están "endureciendo" para el trasplante (lo que usualmente se realiza durante los últimos 7-10 días antes de asentarse), el fertilizante de N sería contraproducente.

Usando una Solución Iniciadora Para Transplantes: Aplicar una solución iniciadora líquida alrededor de la base de las plantas después de transplantarlas las ayuda a empezar bien. El té de estiércol (vea el Capítulo 8) o el fertilizante químico se puede usar para esto. Para usar el fertilizante químico, he aquí las instrucciones:

- * Puesto que el P es el nutriente más activo en la estimulación del desarrollo y regeneración de las raíces, elegir una fórmula con una buena proporción de P como 12-24-12, 18-46-0, o 10-30-10 . Algún N es provechoso también, pues ayuda con la absorción del P.
- * A excepción de algunos como el 18-46-0, la mayoría de los fertilizante NPK granulares se disuelve difícilmente en el agua. Molerlos o desahacerlos es beneficioso y mejora su solubilidad.
- * Dosis: Mezclar 8-15 cc de fertilizante por litro de agua y aplicar aproximadamente 1 taza (240 cc) de la solución alrededor de la base de cada transplante después de colocarlo.
- * La solución iniciadora dá solamente suficientes nutrientes para aproximadamente la primera semana de crecimiento; el fertilizante orgánico o químico adicional será necesario.
- * OBSERVACION: Igual al fertilizante aplicado al almácigo del vivero, esta solución fertilizante iniciadora no se incluye al calcular la dosis total de NPK.

Aplicando Fertilizantes Sólidos al Transplantar: Use un fertilizante NPK que proporciona 1/3-1/2 del N total y de todo el P necesario. Si hay posibilidad de mucho desagüe, se debe aplicar solamente 1/3-1/2 de K. El método de semicírculos resulta bien para los transplantes debiendo colocar los semicírculos a aproximadamente 7,5-10 cm (4 dedos) del tallo y 5-10 cm de profundidad.

Como Aplicar Nitrógeno Lateralmente: Consulte las direcciones para la aplicación lateral en el Capítulo 9 antes de comenzar. Aquí van algunas sugerencias más específicas para los vegetales:

- * Las siembras de largo plazo como tomate indeterminado, berenjena y pimiento pueden requerir 3-4 o más aplicaciones laterales a intervalos de 3-4 semanas.
- * Las siembras de mediano plazo como el brócoli y la coliflor suelen necesitar 1-2 aplicaciones a intervalos de 3-4 semanas.
- * Aplicar lateralmente aproximadamente 30 kg/ha de N verdadero por vez como dosis aproximada. Es más exacto restar la dosis aplicada al transplantar del total y dividir el resultado por el número de aplicaciones laterales que se necesitan.
- * Se aplica el N en una banda o semi-círculo aproximadamente a 20 cm de la planta; se cubre el fertilizante ligeramente con tierra. (Esto se puede realizar limpiando con una azada después de aplicar el fertilizante).

SIEMBRAS DE FRUTAS TROPICALES (Banana, mango, mamón)

Las siembras frutales suelen ser partes muy casuales o descuidadas de la agricultura pero pueden tener varios papeles útiles en las granjas pequeñas y proyectos hortícolas.

- * Nutrición: Las frutas pueden ser fuentes valiosas de energía, vitaminas y minerales. Algunas como el mango y el mamón son fuentes ricas de vitamina A (en forma de carotina) y vitamina C. Las frutas cítricas y la guayaba contienen mucha vitamina C. Casi todas las frutas proporcionan grandes cantidades de potasio, un electrolito muy importante en el cuerpo. Aun las hojas de algunos tipos como jujube y papaya se comen y proporcionan las vitaminas A y C, las vitaminas B como el ácido fólico y los minerales como el calcio y el hierro.
- * Ingreso: Las siembras frutales pueden ser buena fuente de ingreso y así merecen incluirse en la mayoría de los proyectos hortícolas.
- * Sombra
- * Otras funciones: Algunas siembras frutales como el anacardo o el jujube (Zyziphus mauritiana) pueden ser partes de una cerca viva o de rompeviento.

BANABAS

CONOCIMIENTOS BASICOS SOBRE LA BANANA

Una banana del tamaño promedio contiene aproximadamente 100 calorías y 70% de agua. Las bananas son una fuente moderada de vitamina C y contienen mucho potasio. Son una fuente excelente de carbohidratos, pero contienen poca proteína.

Bananas vs Plátanos: Los plátanos son muy parecidos a las bananas pero son más grandes y contienen mucho menos azúcar cuando maduran. Ellos se deben cocinar antes de comerse.

El tallo de la banana se llama seudotallo, pues verdaderamente se forma de hojas enrolladas creciendo de un tallo verdadero bajo tierra en el corm (un corm es un tallo subterráneo). Una hoja nueva aparece cada 10 días hasta que la yema terminal (la flor) emerge a 7-8 meses. La cosecha viene después de aproximadamente 80-90 días.

La mayoría de las raíces de las plantas se encuentran en los 15 cm superiores del suelo, aunque algunas penetran hasta 60-90 cm. Las raíces pueden crecer lateralmente hasta 5 metros. Las raíces laterales crecen de las raíces primarias y son las únicas que absorben agua y nutrientes. Puesto que estas raíces alimentadoras son escasas cerca del tronco, los fertilizantes se deben aplicar a 60 cm o más de la base de la planta.

Las plantas establecidas se reproducen generando varios chupones por planta madre; esta planta produce solamente un brote. Para establecer nuevas plantas, se usan los bulbos de chupones o los chupones mismos. Los chupones "espada" con hojas delgadas y angostas se

prefieren para la propagación; los chupones de "agua" (que tienen hojas anchas y nuevas) se consideran inferiores, debido a sus brotes más pequeños.

Adaptación: Las bananas prefieren un clima tibio y húmedo con aproximadamente 1500-2500 mm de lluvia suficientemente bien distribuida. Ellas prefieren el pleno sol pero toleran un poco de sombra. El buen desagüe es importante; las plantas pueden tolerar solamente uno o dos días de inundación. El viento fuerte (de más de 65 kg/ha) las daña notablemente rasgando hojas y arrancando plantas. Aunque son tolerantes al PH desde 4,5 hasta 8,0, las bananas crecen mejor con el PH de más o menos 6,0-7,5. El PH muy bajo puede estimular la "enfermedad panameña" (un hongo del suelo; fusarium oxysporum).

Rendimientos: Una planta buena produce 8 racimos de bananas con 15 frutas en cada grupo y con un peso neto de aproximadamente 20 kg. El rendimiento varía entre 10.000 y 30.000 kg/ha cuando la banana se planta como la única siembra.

Necesidades de Fertilizantes Para Bananas

Las bananas usan mucho N y K, aunque sus necesidades de P son moderadas. Las bananas se benefician con niveles altos de materia orgánica en el suelo. El hoyo de la planta se pueden llenar parcialmente con estiércol podrido o abono. Una pila de abono adyacente a las plantas de banana dá sombra y cualquier nutriente que se filtre de la pila ayuda a las plantas. Cubrir el suelo alrededor de las mismas es muy beneficiosos.

Factibilidad de Fertilizantes Químicos: Al cultivar bananas en el patio posterior o como parte de un jardín mezclado (vea el Capítulo 8), raras veces se necesita aplicar fertilizantes químicos. El abono y el estiércol pueden satisfacer fácilmente las necesidades de nutrientes de las plantas.

Nitrógeno: Las plantas deficientes de N tienen un color amarillo-verdoso claro. El N estimula el crecimiento rápido, el pronto florecimiento, la madurez temprana, una mayor área de hojas y frutas más grandes. Las recomendaciones varían entre aproximadamente 150-350 kg/ha de N aplicado en 3-10 aplicaciones, de acuerdo con el potencial del filtrado. Aproximadamente 80 gramos de N verdadero por planta se considera el mínimo para la producción comercial y frecuentemente se usa 100-200 gramos de N. Todo el N se debe aplicar antes del florecimiento, pues es importante para estimular el rápido crecimiento temprano. Investigaciones han mostrado una buena relación entre el área de la tercera hoja y el peso total de las frutas producidas. Aplicaciones posteriores de N parecen promover la "generosidad" en el peso. Donde se rocían fungicidas regularmente, N se puede proporcionar a las hojas usando urea (600 grs de urea por 100 litros de agua para plantar de 1-2 meses de edad y hasta 3 kg/100 litros en plantas más viejas). Una investigación mostraba que 65% de la urea la absorben las hojas en solamente 25 minutos.

Fósforo: Las necesidades de P son relativamente bajas en comparación con las de N y K. La mayoría de las recomendaciones de están entre 50-80 kg/ha, de P₂O₅ o aproximadamente 50-100 gramos por planta. El P se puede aplicar completamente cerca del tiempo de plantar o en varias dosis como una parte de un fertilizante NPK. La deficiencia de P causa el secado prematuro de las hojas inferiores.

Potasio: Donde es deficiente, el K adicional aumenta mucho el rendimiento y el crecimiento del seudotallo, mejora la calidad y el periodo de almacenaje de la fruta y promueve la resistencia a las enfermedades. Las deficiencias moderadas de K causan colores amarillos en los bordes de las hojas; el hambre más severo causa que las puntas de las hojas se tornen rojo-castaño y mueran. El hambre de K también se asocia con el desorden llamado "amarillo prematuro" de las hojas. La mayoría de las recomendaciones varían entre 80-250 gramos de K₂O por planta o aproximadamente 110-380 kg/ha de K₂O. El K se puede aplicar en 3 o más veces, dependiente del potencial para filtrarse.

Magnesio: Las deficiencias de Mg son comunes en suelos ácidos, especialmente donde se aplica mucho K. La aplicación de 200-250 gramos de piedra caliza dolomítica por planta cura la deficiencia. El hambre por Mg produce una banda ancha amarilla en los bordes de las hojas inferiores.

El Hierro, Zinc, y Manganeso pueden ser deficientes en suelos con un PH mayor a 6,8.

El Molibdeno ha sido deficiente en suelos ácidos muy filtrados en Honduras. Aumentar el PH del suelo frecuentemente es eficaz para corregir las deficiencias de Mo en suelos muy ácidos; en otros casos, se debe aplicar Mo.

Métodos Para Aplicar Fertilizantes Químicos: A las plantas jóvenes se les debe aplicar el fertilizante en una banda de 30-50 cm de ancho alrededor de la planta, empezando aproximadamente 30-50 cm del tallo. La banda se puede colocar a 60-90 cm del tallo cuando crecen las plantas. Se debe cubrir el fertilizante con 3-5 cm de tierra, pero con mucho cuidado para no dañar las raíces poco profundas de las plantas.

Prácticas Asociadas Para el Cultivo de la Banana:

Muchos cultivos de bananas por agricultores de escala pequeña se realiza muy casualmente. Enfermedades, nematodos y apiñamiento son comunes en tal cultivo. No se debe usar solamente los fertilizantes para aumentar la rendición bajo tales condiciones. Algunas prácticas mejoradas posiblemente apropiadas se enumeran más abajo:

- * Elegir y preparar bien la materia para plantar. Recortar los bulbos y esterilizarlos con agua caliente o con cloro ayuda a disminuir los nematodos y enfermedades y a evitar su introducción en nuevas tierras.

- * Cubrir el suelo con paja y estiércol para suprimir malezas, conservar agua y añadir materia orgánica.
- * Podar los chupones extras.
- * Usar un programa de rociado contra insectos y enfermedades.
- * Podar la yema terminal y aplicar una solución fungicida a las cortaduras para evitar su pudrición. Así, se puede añadir aproximadamente un kilogramo al peso neto de la fruta producida.
- * Cubrir las frutas que se están madurando con bolsas de polietileno transparentes, agujeradas para permitir la entrada de aire; así se puede acelerar la madurez en 2 semanas y aumentar el rendimiento en un 20%.

MANGO

El mango es un árbol bien adaptado, siempre verde, tropical y subtropical, que puede llegar a la altura de 15-25 metros y tener ramas tan largas hasta 15 metros o más (variedades enanas menores también existen). Es parecido al anacardo y alfoncigo e hiedra venenosa. El mango crece bien en una variedad de suelos, con buen desagüe. Prefiere 450-1000 mm de lluvia anualmente, distribuida por lo menos en 6 meses; pero con una estación seca pronunciada para florecer y fructificar. Crece bien con el PH entre 5,5-7,5. El mango resiste bien la sequía, debido a su raíz principal muy profunda.

El mango de tamaño moderado (200 g) proporciona más del doble del requerimiento diario adulto de las vitaminas A y C con aproximadamente 150 calorías de energía. La fruta se puede comer cruda, como jugo, o en conserva.

La mayoría de los mangos del mundo se cultivan desde las semillas, pero su fruta suele ser fibrosa y de calidad muy variable. Las mejores variedades se producen por brotes o injertos a rizomas resistentes a las enfermedades. Las variedades injertadas empiezan a fructificar en 4-5 años (las semillas tardan más) y las frutas están listas para ser recogidas aproximadamente 100-140 días después del florecimiento. Tiene una vida productiva tan larga como de 40-80 años. Un rendimiento promedio, con buen manejo, es de aproximadamente 400-600 frutas por árbol.

Necesidades de Fertilizantes Para el Mango

El mango reacciona bien a fertilizantes químicos y orgánicos. Cubrir el suelo con paja y estiércol alrededor del árbol es una práctica muy beneficiosa. El nitrógeno ayuda a estimular el florecimiento y crecimiento vegetativo y reduce la tendencia de fructificación alternada (dar frutos cada segundo año).

Donde se usan fertilizantes químicos, la dosis por árbol alcanza aproximadamente 0,5-1,6 kg de N, 1,5-3,2 kg de P₂O₅ y 0,5-1,0 kg de K₂O. El N se debe dividir entre 4-8 aplicaciones, de acuerdo a la cantidad de lluvia; el K también se debe dividir donde el potencial de filtración es alto (en suelos arenosos con mucha lluvia). Si es más conveniente, un fertilizante NPK se puede usar en aplicaciones divididas. Rocíos de micronutrientes de cobre, zinc, hierro y manganeso se aplican cuando son necesarios.

Métodos de Aplicación: Para los árboles jóvenes, el fertilizante químico se disemina uniformemente sobre el área de las raíces desde cerca del tronco hasta 60-90 cm afuera de la copa (llamada la línea de goteo). Para evitar daños a las raíces, se mezcla el fertilizante dentro de los 3-4 cm superiores del suelo y se lo aplica uniformemente. El P se utiliza bastante bien con este método. Al contrario de diseminarlo sobre todo el suelo, este método está confinado a un área menor, más o menos como un método de colocación localizada (vea el Capítulo 9).

MAMON

El mamón es un árbol perenne de crecimiento rápido, vida corta y altura de aproximadamente 4-6 metros. Crece bien en la mayoría de los suelos con buen desagüe; no tolera más de 48 horas de inundación. El mamón necesita un mínimo de 1000-2500 mm de lluvia anual bastante bien distribuida; de lo contrario, necesita riego suplementario. Tiene un tallo hueco débil que le hace susceptible a daños por el viento. El mamón prefiere un PH de 6,0-7,0. Es susceptible a nematodos.

Existen 3 tipos de árboles de mamón; macho, hembra y hermafrodita, pero las flores pueden cambiar de hembra a macho bajo estrés. Los árboles machos raras veces son productivos y su fruta es mal formada y de baja calidad. La producción de frutas del árbol hembra requiere la presencia de un árbol macho para la polinización. Las variedades hermafroditas como el grupo "Solo" son auto polinizadas. (Los mamones "solo" producen fruta del tamaño de pomelos y son populares para exportación. Sin embargo, todos los "Solos" excepto la variedad cariflora son muy susceptibles a la enfermedad el "anillo manchado" y a varios otros virus comunes en América Central y el Caribe. Las cucurbitáceas como la calabaza y el pepino son huéspedes alternativos de tales virus).

El mamón se propaga de semillas que brotan en 10-15 días y se puede sembrar en envases o directamente en la tierra. El florecimiento ocurre aproximadamente 5 meses después y la fruta está lista para cosecharse en aproximadamente 9-11 meses. El rendimiento por árbol es de aproximadamente 60-90 kg por año. Los árboles producen durante aproximadamente 3-4 años.

La fruta del mamón varía en tamaño, forma y color; los colores más comunes son amarillo y rojizo. La piel externa madura tiene un color dorado, empezando por el tallo. Un mamón de tamaño mediano (300 gramos) proporcionan 100% del requerimiento diario adulto de vitamina A

y 3-5 veces el requerimiento de vitamina C. La fruta se come cruda o en conserva. Las hojas y la pulpa de la fruta inmadura contienen buenas cantidades de una enzima llamada papaina, que es útil como ablandador de la carne y ayuda la digestión. Las hojas también se puede comer y proporcionar todos los beneficios de los vegetales con hojas verdes oscuro, siendo ricas en vitaminas y minerales (incluyendo el calcio) y también en proteína. En algunas áreas, las hojas de mamón se usan como un remedio contra la diarrea.

Necesidades de Fertilizantes

Como la mayoría de las siembras, el mamón reacciona bien a los fertilizantes orgánicos. Sin embargo, el estiércol de la granja no se debe mezclar con la tierra del hoyo de plantar, pues se sabe que favorece el desarrollo de la pudrición de las raíces. El mamón reacciona bien a un abastecimiento continuo de nitrógeno; el P y K ayudan a animar el crecimiento rápido y el florecimiento temprano el K es especialmente importante después del florecimiento.

En Australia, se recomienda aplicar 700 gramos del fertilizante 8-12-6 por árbol el primer año y 900-1350 gramos/árbol los siguientes años. La dosis se divide en 4 aplicaciones por año. En el Sur de África se recomienda 100 gramos de N por árbol el primer año y 200 gramos por año después; el P₂O₅ se aplica una sola vez con la dosis de aproximadamente 100 gramos (450 gramos de 0-20-0) por árbol.

Método de Aplicación: El fertilizante se debe aplicar uniformemente en una banda ancha desde cerca del tronco hasta 60-90 cm durante los primeros 6 meses, extendiendo a 1,5 metros cuando crecen los árboles. El fertilizante se mezcla con solamente 2-3 cm de suelo para evitar daños a las raíces. El P aplicado así no es tan susceptible a retenerse como el P diseminado normalmente, pues todavía está confinado a un área relativamente pequeña.

Algunas Señales de Hambre en el Mamón: El amarillear de las hojas inferiores puede indicar deficiencias de N. La deficiencia de P produce hojas verde-oscuro con decoloración rojo-púrpura de las venas y tallos de las hojas.

FORRAJES TROPICALES

Durante la estación húmeda, los forrajes tropicales bien manejados pueden proporcionar suficiente alimento para el crecimiento normal de terneros y ganados de carne y para producir 1-2 galones (3,75-7,5 litros) de leche por vaca por día. Un alimento suplementario de alta energía como maíz, melaza, etc., sería necesario para lograr una mejor producción de leche o más rápido engorde. Desde 2,5 hasta 5 ganados de 450 kg o 3,75 hasta 7,5 de 275 kg (o aproximadamente el mismo número de ganado lechero) se pueden criar por hectáreas. Al llegar la estación seca, ambas, la cantidad y calidad nutritiva del forraje disminuyen seriamente y aun los forrajes bien manejados suelen satisfacer solamente los requerimientos de mantenimiento del ganado (sin

crecimiento ni producción de leche). Con riego o lluvia bien distribuida, las pasturas tropicales debe producir aproximadamente 550-1100 kg de peso vivo por hectárea anualmente sin alimentos suplementarios.

NECESIDADES DE FERTILIZANTES

Los pastos tropicales como el elefante, guinea, angola, bermuda, para y estrela reaccionan excelentemente a fertilizantes, especialmente de N. Sin embargo, si el manejo general de la pastura y del ganado es inadecuado, es muy dudoso que el fertilizante químico sea provechoso.

Nitrógeno

N es el nutriente más importante en términos de cantidad y una dosis hasta 300 kg/ha anualmente o aun más puede ser provechosa con el buen manejo y la lluvia (o riego) bien distribuida. Además de aumentar el rendimiento de la pastura, el N también aumenta el contenido de proteína en varios grados de eficacia, dependiente de la cantidad aplicada, el tipo de pasto, la lluvia y la etapa de crecimiento en que se usa la pastura.

Para reducir las pérdidas por filtración, el N se debe aplicar varias veces. En áreas húmedas sin una estación seca determinada, el N suele aplicarse 4-6 veces por año. En áreas con una estación seca, se deben realizar 3-4 aplicaciones por año, todas durante la estación húmeda a menos que se use el riego. Trabajos en Puerto Rico han mostrado que aplicar 110 kg/ha de N a pasto recién forrajeado 6-8 semanas antes de la estación seca aumenta mucho la cantidad y valor nutritivo del pasto pasado a la estación seca. Con este método, el forrajeado se debe evitar después de la aplicación del N hasta el comienzo de la estación seca. El pasto guinea produce un heno duradero especialmente bueno, con este método.

Si se usa urea, hasta 30-35% de su N se puede perder como gas amoníaco (vea el capítulo 9); esta pérdida se puede amortiguar parcialmente por el precio típicamente bajo de urea comparado con otras fuentes de N; si la urea se aplica pocas horas antes del riego o lluvia, las pérdidas de amoníaco se minimizan.

Fósforo: El P se puede aplicar una vez por año, pues no se filtra. Una dosis de 60-90 kg/ha de P₂O₅ se usa comúnmente.

Potasio: Hasta 220 kg/ha de K₂O pueden ser necesarios en suelos de poco K bajo manejo intensivo y crecimiento continuo de pasto. Los pastos suelen absorber K en exceso de sus necesidades, así es mejor dividir la dosis en 2 o más aplicaciones para evitar este "consumo de lujo".

Azufre: Un fertilizante que contienen azufre debe incluirse en el programa de fertilizantes, especialmente en los suelos arenosos bajo mucha lluvia. El sulfato de amonio, superfostado simple y sulfato de fosfato de amonio (16-20-0) son buenas fuentes de S. Es una buena idea proporcionar más o menos 20 kg/ha de azufre por año (60 kg de sulfato).

Calcio y Magnesio: debe recordarse que las fuentes de N de amonio o de urea tienen efectos acidificantes sobre el suelo. Añadir cal puede ser necesario después de varios años sucesivos de aplicar N. Los suelos con poca capacidad de intercambio (carga negativa) disminuirán su PH más rápidamente. La cal se puede diseminar sobre la pastura. Se usa piedra caliza dolomítica, o se dá magnesio en otra forma, para evitar deficiencias. El ganado es muy sensible a las deficiencias del Mg, que pueden ser causadas por altas dosis de K sin Mg suplementario. En los casos donde el suelo y la fuente de cal tienen poco Mg, puede ser necesario aplicar aproximadamente 100 kg/ha de óxido de magnesio o 400 kg/ha de sulfato de magnesio (sales epsom) anualmente, dividido en 2 aplicaciones.

Micronutrientes: Las deficiencias de micronutrientes no son probables, excepto en los suelos muy filtrados o arenosos o con un PH mayor de 7,0 (exceptuando el molibdeno).

Valor de la "Auto-fertilización" de las Pasturas por el Ganado

Aproximadamente 80% del NPK y otros nutrientes en el forraje se devuelven al suelo en el estiércol del ganado, lo que parece hacer casi innecesario los fertilizantes para las pasturas. Sin embargo, los animales no distribuyen uniformemente el estiércol sobre la pastura. Las investigaciones han demostrado que sólo aproximadamente el 15% de la pastura se cubre por año bajo niveles típicos de ganado. Una buena proporción del N se pierde como gas amoniaco o por filtraciones.

Pasturas de Pasto-legumbre en los Trópicos

Las legumbres de zonas templadas como la alfalfa y la mayoría de los tréboles no se adaptan bien a la humedad tropical ni a los suelos muy ácidos. Al contrario de las pasturas de zonas templadas, pocas pasturas tropicales contienen legumbres. Las legumbres pueden mejorar significativamente el valor nutritivo de un forraje, porque contienen más proteína que los pastos; también su valor nutritivo disminuye más lentamente al aumentar su altura entre apacentamientos. Las legumbres también pueden proporcionar todo su propio N así también como todo el N necesario para los pastos que se cultivan en asociación con ellos.

Se han realizado relativamente pocas investigaciones acerca de las legumbres tropicales de forraje, pero la situación está mejorando. Un problema es que la mayoría de las legumbres tropicales compiten bien con el crecimiento rápido de la mayoría de los pastos tropicales. Sin embargo, el kudzu tropical (Pueraria phaseoloides), Centrosema pubescens el siratro (Siratro autopurpureus) y varios otros se han cultivado con éxito en combinación con pastos tropicales como guinea, estrella y el pasto melaza. El estilo de Townsville (Stylosanthes humilis) es un auto regenerador anual (se siembra por si mismo) que se puede establecer y mantener fácilmente con una variedad de pastos. La leucaena (ipil-ipil, leucaena leucocephala) es un árbol/arbusto perenne que se puede cultivar en hileras en una granja y usar como forraje. (Estas y otras legumbres de forraje se describen en el Apéndice F; la leucaena también se trata en la sección agro-forestal en el Capítulo 8). Consulte a un especialista de pasturas sobre mezclas de pasto y legumbres recomendadas para uso en su área.

Fertilizando Pasturas de Pasto-legumbres: Debido a que la legumbre fija suficiente N para si misma y para el pasto, ningún fertilizante de N se necesita. En verdad, añadir N favorece el

crecimiento del pasto y eventualmente le hará sombra a la legumbre. El P y K adecuados tanto como el azufre se necesitan para mantener una buena proporción de legumbre a pasto. Comparadas con los pastos, las legumbres son extractores débiles de K y también son susceptibles a deficiencias de molibdeno y boro.

USO DEL METODO "PAQUETE" PARA MANEJAR FORRAJE

Se requiere mucho más que el fertilizante por si solo para la producción exitosa de carne y leche. Otras prácticas como el buen manejo del forraje, ganado adecuado, control de enfermedades y malezas, alimento suplementario, y control de lombrices parasitarias son igualmente importantes. Algunas de estas prácticas se resume más abajo.

OBSERVACION: La siguiente información no está destinados a capacitar a usted para trabajar con ganado, sino, más bien, sirve para dar alguna información inicial básica sobre esta área a fin de facilitar más la investigación y discusión con expertos de forraje en su país.

Rotación de Apacentamiento

Cuando los pastos se vuelven a generar después del apacentamiento o de cortarse, su valor nutritivo disminuye mientras que maduran, especialmente en términos de proteína. Las condiciones tropicales favorecen el rápido crecimiento y madurez del pasto y la mayoría de los usados para forraje puede ser incapaces de proporcionar suficiente proteína después de solamente 4-5 semanas, aun con el uso de fertilizantes de N.

Bajo condiciones de poco manejo, el ganado suele confinarse continuamente a una pastura con baja densidad de animales. El crecimiento rápido del forraje sobrepasa la capacidad del ganado para consumir el pasto antes de que se ponga demasiado maduro y de baja calidad. Por ejemplo, un estudio en Trinidad mostró que el contenido neto de proteína cruda en pasto angola disminuyó desde el 15% después de 10 días después de que el apacentamiento comenzó a bajar hasta el 4,2% luego de 42 días (basado en el peso seco).

La rotación del pastoreo consiste en dividir la pastura en 4-6 secciones y poner todo el ganado en una sección a la vez. Cada sección debe ser del tamaño que permita al ganado apacentar durante 4-7 días antes de moverse a la próxima. Aproximadamente 3 semanas se necesitan entre apacentamientos para la reproducción adecuada. Periodos más largo pueden ser necesarios durante el tiempo frío y más cortos durante el crecimiento rápido. El pasto guinea debe dejarse aparentar hasta aproximadamente 20 cm de altura y los pastos para, elefante y angola hasta 10-15 cm. El fertilizante de N se puede aplicar después de cada pastoreo. El sobre uso del pasto agotará las reservas de alimento en sus raíces y así debilitará el forraje.

Alimento Durante la Estación Seca: Heno y Ensilaje

La cantidad y calidad de forraje disminuyen desastrosamente durante la estación seca. El ganado frecuentemente pierde una buena parte de su peso de la estación húmeda durante los meses secos y pueden necesitar 4-6 años para llegar al peso de carnicería (360-550 kg). Es posible reducir éste a 2-3 años, principalmente con el uso de heno y ensilaje como aliemento suplentario durante la estación seca. Preparar heno o ensilaje del crecimiento exuberante de la estación húmeda es una solución al problema de que la mayoría de la ganadería de poca extensión en los trópicos use insuficientes animales por hectáreas para utilizar completamente el gran crecimiento de la estación húmeda, pero demasiado para el forraje escaso de la estación seca. Ensilar suele ser más factible que preparar heno durante la estación húmeda. (Aproximadamente 2000 kg de agua tienen que evaporarse del pasto verde para preparar 1000 kg de heno). Voluntarios del Cuerpo de Paz en el Salvador ayudaron a establecer un programa exitoso de ensilaje con ganaderos de pequeña escala usando sorgo-pasto de sudan. Se han rendimientos promedio de 100.000 kg/ha logrado cosechando 3 veces durante la estación lluviosa de 6 semanas. También se ha preparado heno de alta calidad con angola, pasto estrella y jaragua al fin de la estación lluviosa.

Proporcione Minerales al Ganado

Exeptuando a la sal, el cobalto, yodo y cobre, el ganado suele ser capaz de obtener todos sus minerales esenciales de la pastura bien manejada. Sal con pizcas de otros minerales se debe proporcionar al ganado. El ganado joven necesita aproximadamente 20 gramos de sal por día y los más viejos aproximadamente 30 gramos. Añadir 10 gramos de sulfato de cobre y 10 gramos de sulfato de cobalto por cada 16 kg de sal iodada proporciona una mezcla satisfactoria de minerales para ganado que pastorea sobre pasto fertilizado.

Controlar las Malezas: Las malezas compiten con el pasto por espacio, agua, luz y nutrientes; también, algunas malezas son tóxicas. Las hojas anchas son las más comunes. Las herbicidas pueden ser necesarios, pero al principio hay que asegurar que el químico esté registrado para el uso en los forrajes. Se debe seguir exactamente las instrucciones en la etiqueta para no dañar la pastura y no contaminar la carne ni la leche.

Mantener Sanos a los Animales: Los ganaderos deben seguir el programa sugerido de vacunas para su área contra la brucelosis, ántrax, pata negra y otras enfermedades. El control periodico de lombrices es esencial, tanto como el de las garrapatas.

PARA MAS INFORMACION: Varias instituciones internacionales de investigaciones, como Winrock y CIAT, están involucradas en los esfuerzos de investigación/extensión de la pastura y el ganado en el tercer mundo. Vea el Apéndice G para sus direcciones.

CAPITULO 11

AÑADIENDO CAL AL SUELO

NOTA: El concepto de PH del suelo y los factores que lo influyen se explica en el Capítulo 6.

EL PROPOSITO DE AÑADIR CAL

De acuerdo con la siembra y los factores del suelo, los muy ácidos pueden necesitar cal para aumentar su PH y contrarrestar los efectos de la acidez excesiva. Los suelos muy ácidos (con el PH abajo de aproximadamente 5,0-5,5) pueden afectar adversamente al crecimiento de la siembras por varias razones:

- * El aluminio, el manganeso y el hierro se vuelven más solubles con la acidez más alta y pueden ser verdaderamente tóxicos a las plantas con PH abajo de 5,5. Muchas variedades de poroto y trigo son especialmente sensibles a la toxicidad del aluminio, aunque los suelos "tropicales" verdaderos (vea el Capítulo 1) no suelen liberar cantidades tóxicas hasta que el PH se acerque a 5,0. Las toxicidades del manganeso y del hierro pueden ser graves también, pero suele causar más problemas en los suelos que también son mal desaguados.
- * Los Suelos Muy Ácidos Suelen Contener Poco P Disponible y una capacidad especialmente alta para sujetar al P añadido formando compuestos insolubles con aluminio e hierro.
- * Aunque los suelos muy ácidos suelen contener suficiente calcio para satisfacer las necesidades nutritivas de las plantas (excepto el maní), probablemente contienen poco magnesio, azufre y molibdeno disponibles (el Mo se vuelve cada vez menos soluble a medida que la acidez aumenta).
- * El Bajo PH del Suelo Deprime la Actividad de Bacteria y Hongos Beneficiosos del Suelo, como los que convierten las formas orgánicas no disponibles de N, P y S en las formas minerales disponibles. Una de las razones principales para que la soja, alfalfa y mucho tipos de trébol no crezcan bien en los suelo ácidos es que su tipo de bacteria rhizobia que fija N tiene poca tolerancia al PH abajo de 6,0. (Sin embargo, muchas de las rhizobias asociadas con las legumbres más tropicales, como maní, kudzu y caupi, funcionan bien con menos PH.

¿CUANDO SE NECESITA AÑADIR CAL?

La mayoría de las siembras producen rendimientos satisfactorios con el PH entre 5,5-7,5 aunque las deficiencias de micronutrientes (excepto el molibdeno) son más comunes con el PH arriba de 6,8. Algunas siembras, como soja y alfalfa, no crecen bien con el PH abajo de 6,0. Otras, como piña, arroz, café, papa, batata y sandía son más tolerantes a los suelos ácidos que las otras siembras.

TABLA 1-1

Suelos con PH Satisfactorio Para Siembras Comunes

<u>SIEMBRA</u>	<u>PH ENTRE</u> *	<u>SIEMBRA</u>	<u>PH ENTRE</u> *
Maíz	5,5-7,5	Piña ***	5,0-6,5
Mijo	5,5-8,0	Banana	5,5-7,5
sorgo	5,0-8,0	Papa **	5,0-7,0
Arroz	5,0-7,0	Batata	5,0-7,0
Trigo	5,5-7,5	Tomate	5,5-7,0
Poroto	5,8-7,5	Repollo	6,0-7,0
Soja	6,0-7,0	Lechuga	6,0-7,0
Maní	5,3-6,6	Cebolla	6,0-7,0
Algodón	5,5-6,5	Pimiento	5,5-7,0
Tabaco **	5,5-7,5	Curcubitáceas	5,5-7,0
Caña de azúcar	6,0-8,0	Sandía	5,0-7,0
Café	5,0-7,0	Alfalfa	6,2-7,8

* La mayoría de estas siembras puede crecer bien con un PH medio punto más o menos que la cantidad dada, dependiente de los factores del suelo y de la variedad de la siembra usada.

** El PH un poco menor que 5,5 ayuda a controlar la costra de la papa y la podredumbre negra del tabaco.

*** La piña Cayenne Lisa prefiere un PH de 4,5-5,5.

COMO MEDIR EL PH DEL SUELO

Equipos portátiles de prueba

Se puede probar el PH del suelo en una forma lo suficientemente precisa en el campo utilizando un equipo indicador líquido de buena calidad o un tester eléctrico portátil. Hay que leer y seguir cuidadosamente las instrucciones y asegurar medir el PH de ambos el subsuelo y el suelo superior pues que suelen ser diferentes. Aun si el suelo parece uniforme en color y textura, se debe probar el PH en varios lugares. Los resultados de los equipos mejores como el Hellige-Truog son exactos dentro de 0,2-0,3 unidades de PH. Los equipos de papel de tornasol no andan bien. Los laboratorios de suelo miden PH como una parte rutinaria de la prueba de suelo.

CALCULANDO LA CANTIDAD NECESARIA DE CAL

El Papel de los Laboratorios del Suelos

Los equipos portátiles no dicen todo. Pueden ser útiles para componer, pero, si encuentra un suelo cuyo PH parece demasiado ácido, el equipo no le dirá cuánta cal se debe añadir ni siquiera si realmente se necesita añadir cal. A continuación se explica por qué:

- * La cantidad de cal requerida para alzar el PH del suelo en una unidad varía mucho de un suelo a otro. En verdad, un suelo puede requerir 5-10 veces tanta cal como requiere otro suelo para lograr un cambio igual de su PH, aunque ambos tienen el mismo PH inicial. Esta capacidad de amortiguar varía directamente con la carga negativa (capacidad de intercambio de cationes) que tienen los suelos. Solamente un laboratorio de suelo puede medir esta capacidad. (La capacidad de amortiguar se explica en más detalles más adelante; la capacidad de intercambio de cationes se explica en el Capítulo 6).
- * El PH no es el único criterio para decidir si es necesario añadir cal a un suelo. Su contenido de aluminio soluble (llamado también aluminio intercambiable) suele ser más importante, y un equipo portátil de PH no puede medirlo. La cantidad de aluminio soluble dañoso aumenta cuando baja el PH del suelo, pero algunos suelos alcanzan el nivel peligroso a un PH mejor que otros (por ejemplo, al PH de 5,5 en vez de 5,0). El laboratorio de suelos puede determinar esto.

Capacidad de Intercambio del Suelo y Requerimientos de Cal

Este es un concepto que bien vale entenderse, así vamos a explicarlo paso por paso:

- * Los suelos contienen ambas acidez, la activa y la de reserva. La acidez activa se produce por los iones de hidrógeno (H^+) sueltos en el suelo, y es lo que mide un equipo de prueba de PH.
- * Sin embargo, por cada ion de H^+ flotante, pueden existir miles o aún más iones H^+ absorbidos por las partículas de arcilla y humus del suelo (recordar que ellas son las únicas partículas con carga negativa). Estos iones H^+ forman la reserva de acidez de un suelo y no se pueden medir con un equipo de prueba de PH.
- * Cuando la cal añadida neutraliza los iones H^+ flotantes (la acidez activa), la reserva grande de iones H^+ sujetados por las partículas de arcillas y humus empieza a proporcionar iones de H^+ para reemplazar los neutralizados.
- * Cuanto mayor contenido de arcilla y humus tenga un suelo, mayor será su carga negativa y su capacidad de amortiguar y más cal se necesitará para lograr un aumento dado de PH.
- * Un asunto importante: "No confunda" en términos de PH verdadero del suelo, (acidez activa), ya no es probable que los suelos arcillosos o con mucho humus sean más ácidos que los suelos

arenosos, pero sí son más resistentes a los cambios de PH (hacia arriba o hacia abajo), debido a su mejor capacidad de amortiguar.

- * Suelos "Tropicales" vs Temperados: Los suelos tropicales verdaderos (suelos viejos altamente filtrado amarillos o rojos) suelen necesitar menos cal que los suelo "temperados" (vea el Capítulo 1) de la misma textura para lograr un aumento igual de PH. Esto es porque los minerales de la arcilla tropical verdadera tiene mucho menos carga negativa que los tipos temperados (vea el capítulo 1), y así, tienen menos capacidad de amortiguar. Se debe recordar que tanto las arcillas tropicales como las temperadas se encuentran en los trópicos.

Que Hacer si no Hay Laboratorio de Suelos Disponible

Como se explica después en este Capítulo, aplicar demasiado cal a un suelo muy ácido puede ser peor que no hacerlos, sí un agricultor tiene que ser bastante exacto. Si no se dispone de pruebas confiables de suelos, hay dos alternativas:

- * Preguntar a su Servicio de Extensión Agrícola local sobre las recomendaciones para añadir cal a los suelos del área basadas en experiencias anteriores, tipos de suelos, o pruebas de laboratorio.
- * Usar una recomendación generalizada de añadir cal como la Tabla 11-3.

COMO CALCULAR LA VERDADERA CANTIDAD DE CAL REQUERIDA

Al usar la recomendación ya sea de un laboratorio o la de la Tabla 11-3, usted y el agricultor necesitarán ajustarla al valor neutralizante, finura y pureza de la materia específica utilizada.

Tipos de Materia Neutralizante y su Valor como Tal: Existen 5 clases de materiales neutralizantes:

1. Piedra caliza (carbonato de calcio): Suele ser la más barata de todas, pues que se saca directamente de la tierra y se muele sin otro tratamiento. No es cáustica.
2. Piedra caliza dolomítica (dolomita): Contiene carbonato de ambos, calcio y mangesio. Suele ser recomendada cuando está disponible, pues que añadir la piedra caliza común puede causar deficiencia de magnesio. Sin embargo, también se puede proporciona magnesio en forma de fertilizante como sales de epsom (sulfato de magnesio), que no influyen en el PH del suelo.
3. Cal gruesa o viva: Se prepara calentando piedra caliza o dolomita en un horno, para extraer el dióxido de carbono y formar el óxido de calcio (u óxido de calcio y magnesio). Es muy

cáustica pero tiene el mejor valor neutralizante y más rápida que la piedra caliza. Suele formar flocos o granos si no se mezcla bien con el suelo.

4. Cal hidratada o apagada: (hidróxido de calcio) Se prepara quemando la piedra caliza o dolomita expuesta al vapor. Como la cal viva, actúa muy rápida pero no la usan mucho los agricultores debido a su precio alto. También es muy cáustica.

5. Materias Misceláneas

* Donde haya disponible, arena de coral se puede usar para añadir cal; básicamente es carbonato de calcio con cantidades variables de magnesio. La Escuela Pacífica de Agricultura y Comercio en la Isla de Ponape, en Micronesia, recomienda 2 palas (4,5 kg) por 9 metros cuadrados, pero esta dosis varía mucho con el PH inicial del suelo y la capacidad del mismo para amortiguar.

* Cenizas de madera: Son neutralizantes fuertes, en verdad, fácilmente pueden aumentar demasiado el PH del suelo al usarse indiscriminadamente (mucho más de 300-450 cc/metro cuadrado anualmente).

NOTA: Yeso (sulfato de calcio) no es neutralizante; es una sal neutral y no aumenta el PH. El uso de yeso para mejorar los suelos alcalinos se explica en el Capítulo 12.

Como muestra la Tabla 11-2, el valor neutralizante de las materia varía con el tipo de materia.

<u>Materia</u>	<u>Valor neutralizante</u>
Piedra caliza	100%
Dolomita	109%
Cal Hidratada	136%
Cal viva	179%

Usando Tabal 11-2: Por ejemplo, se necesita 3580 kg de piedra caliza para igualar el efecto de 2000 kg de cal viva (2000 kg x 179% = 3580 kg).

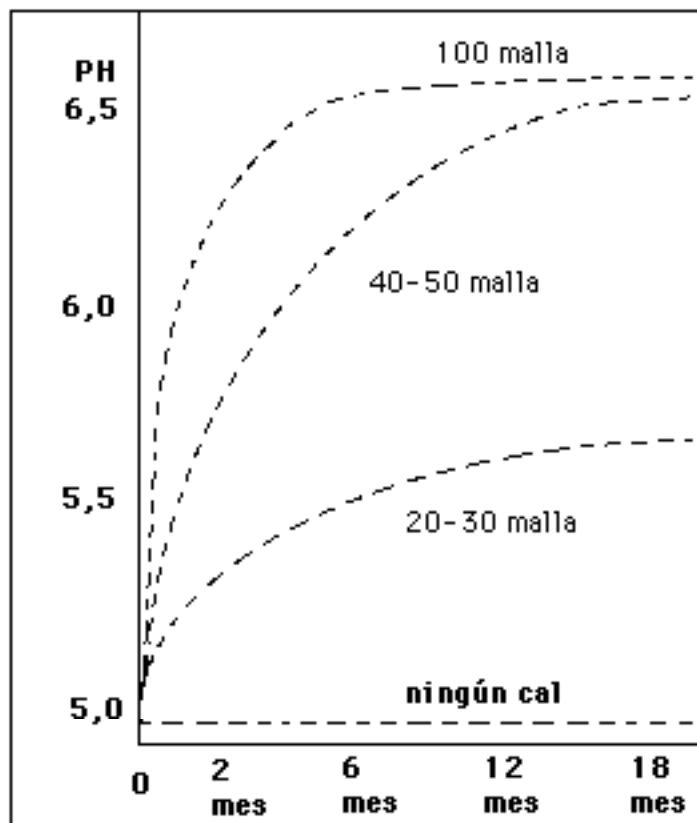


FIGURA 11-1: El tiempo necesitado por la cal para afectar el PH del suelo es muy influenciado por su finura. En este experimento de invernadero en la Univerdidad del Estado de Oregon, tomó más de un año para que la cal de malla 20-30 aumentara el PH del suelo en solamente 0,5 unidades pero la cal de malla 100 aumentó el PH del suelo en 1,5 unidades en solamente 2 semanas. ¡La Finura de la Materia Neutralizante es Importante!

El tiempo que necesita la cal para reaccionar con el suelo depende mucho del tamaño de las partículas. Cuanto más fina más rápidamente reacciona. Se nota que aun la materia fina puede tardar 2-6 semanas para producir un aumento significativo en el PH del suelo. La cal viva o cal hidratada de buena calidad suelen ser finas, pero la piedra caliza o dolomita molida frecuentemente son algo rústicas y reaccionan mas lentamente.

Cualquier materia neutralizante contiene una mezcla de tamaños diferentes de partículas. Como muestra la figura 11-1, la piedra caliza pasada por una red de malla 100 (aperturas de aproximadamente 0,17 mm cuadrados) reacciona con los ácidos del suelo en solamente 4-6 semanas al mezclarse completamente con el suelo superior. La materia pasada por una red de malla 20-40 habrá reaccionado solamente en 60% despues de 3 años y la materia de malla 10-20 por solamente 3% (vea la Figura 11-1).

TABLA 11-3

Cantidad Aproximada de Piedra Caliza Pura Finamente
Molinada Necesaria Para Aumentar el PH de una Capa de
18 cm de Suelo Como se Indica *

Las cantidades que figuran abajo perteneces a suelos de los tipos "tropicales" verdaderos. Pues que tienen menos capacidad de amortiguar de la que tienen los suelo "templados", la cantidad de cal necesaria para ello es menor y podría necesitar un aumento de como 50-60% para los suelos "templados". Ambos tipos de suelos se encuentran en los trópicos (vea el Capítulo 1).

Cantidad de piedra caliza pura fina
necesitada para aumentar el PH desde:

	<u>PH 4,5 a PH 5,5</u>	<u>PH 5,5 a PH 6,5</u>
Arena o arena margosa	600 kg/ha	900 kg/ha
Marga arenosa	1100 kg/ha	1550 kg/ha
Marga	1700 kg/ha	2200 kg/ha
Marga cieno	2700 kg/ha	3100 kg/ha
Marga arcilla	3350 kg/ha	4200 kg/ha

NOTA: Tiene que ajustar estas dosis para el valor neutralizante y la pureza de la materia que usa el agricultor.

* Basado en la tabla en Efficient Use of Fertilizers, FAO Estudio Agrícola N° 43, p. 140.

Pureza de la Materia Neutralizante: Si la materia no tiene una garantía en la etiqueta, es difícil juzgar su pureza. La mayoría de los países desarrollados tienen reglas para garantías de pureza y finura de las materias neutralizantes, pero pocos países del Tercer Mundo las tienen. Un laboratorio local de suelos puede tener la capacidad para evaluar las materias neutralizantes.

Como Estimar la Cantidad de Cal Requerida

Si no se dispone de acceso a un laboratorio de suelo responsable, se puede estimar bastante la cantidad de cal requerida mediante la tabla 11-3. Se analiza el suelo periódicamente, empezando aproximadamente uno a dos meses después de la aplicación de cal, para medir su efecto. La cal no reacciona mucho con el suelo durante la estación seca después de que se seca el suelo superior. Si el agricultor tiene la suerte de disponer de una materia muy fina (de reacción rápida), puede realizar una prueba de pequeña escala y probar el PH del suelo después de uno o dos meses (1000 kg/ha de cal = 100 g/m cuadrado).

PROBLEMA PARA PRACTICAR:

Suponga que un proyecto comunitario de huertas de hortalizas tiene que aumentar el PH de su suelo del tipo marga arcilla de 4,5 a 5,5. La Tabla dice que necesita aproximadamente 3350 kg/ha de cal. ¿Qué dosis por hectárea se necesita si se usa cal viva estimada en un 80% de pureza y el suelo parece del tipo "tropical"?

SOLUCION: El valor neutralizante de cal viva es 179%, comparado con 100% para piedra caliza, así:

$$\frac{\text{kg de Piedra Caliza Requerida}}{\text{Valor neutralizante de la materia}} = \text{cantidad de materia requerida (100\% pura)}$$

$$\frac{3350 \text{ kg/ha}}{1,79} = 1870 \text{ kg/ha de cal viva pura requerida}$$

Pues que la cal viva es solamente 80% pura, se requiere otro ajuste:

$$\frac{1870 \text{ kg/ha}}{0,8} = 2340 \text{ kg/ha requerido (234 gramos por metro cuadrado)}$$

COMO Y CUANDO AÑADIR CAL

- * La cal se debe diseminar uniformemente sobre la superficie del suelo y después mezclar completamente con sus 15-20 cms superiores (la profundidad normal del suelo superior) arando o paleando. Gradar el suelo solamente mezclará la cal con 5-8 cms del suelo, y es inadecuado.
- * Al diseminar la cal a mano, se divide la dosis en dos mitades y se aplica la segunda mitad caminando en ángulo recto a la dirección caminada para aplicar la primera mitad. Se debe usar una máscara o pañuelo sobre la cara, y tener cuidado si se usa cal viva o hidratada; estos son materiales cáusticos pero no queman si la piel está seca; sin embargo hay que proteger los ojos.
- * Al añadir cal a pasturas establecidas, se puede diseminar directamente sobre el pasto sin mezclar.
- * Aplicar la cal por lo menos 2-6 meses antes de sembrar, pues que su reacción es despaciosa. Las formas cáusticas de cal probablemente no dañarán a las siembras. Hay que

observar que la cal no reacciona durante la estación seca (si no se riega el suelo) porque requiere suelo húmedo.

- * Donde la cal es cara o difícil de conseguir o aplicar, la puede añadir localmente en la hilera de plantas misma. Tiene que adaptar la dosis para tales aplicaciones.
- * No se debe mezclar la cal con fertilizantes, porque se retendrá el P o se liberará gas amoníaco de los fertilizantes de N.
- * Hay que limpiar completamente la cal de cualquier equipo de aplicación para evitar la erosión del equipo.
- * Con qué frecuencia añadir cal: Donde se usan dosis altas de estiércol y otros fertilizantes acidificantes, puede ser necesario añadir cal tan frecuentemente como cada 2-5 años. Los suelos arenosos y otros con poca capacidad de amortiguar requieren cal más frecuentemente, pero también requieren una dosis menor. Refiérase a la Tabla 9-1 del Capítulo 9 para más información sobre los fertilizantes acidificantes.

¡NO AÑADA DEMASIADO CAL!

Evite el aumento del PH del suelo con más de 1 unidad a la vez, y no lo aumente más de 6,5. Puede ser necesario aumentar el PH solamente hasta 5,5 a 6,0 para las mejores rendiciones de la mayoría de las siembras. Añadir demasiado cal puede ser peor que no añadirla porque:

- * Aumentando el PH hasta arriba de 6,5 aumenta la probabilidad de deficiencias de micronutrientes (excepto molibdeno), especialmente en el caso de hierro y manganeso.
- * La disponibilidad de fósforo empieza a disminuir arriba de un PH de 6,5 debido a la formación de compuestos relativamente insolubles con calcio y magnesio.

CAPITULO 12

PROBLEMAS DE SALINIDAD Y ALCALINIDAD

Los problemas de salinidad y alcalinidad son más probables bajo dos condiciones:

- * En suelos regados en regiones áridas y semi-áridas (menos de 500 mm de lluvia anualmente) donde la lluvia o riego es insuficiente para filtrar las sales acumuladas de la zona de las raíces. Las sales se liberan por descomposición de la piedra y otra materia similar abajo del subsuelo al que también llegan por medio del agua de riego y las adiciones de fertilizantes químicos y estiércol.
- * Intrusión de agua salada en áreas bajas cerca de los mares y océanos.

En regiones húmedas, suele caer bastante lluvia para mover las sales hasta abajo fuera de la zona de las raíces. En áreas de poca lluvia, el riego puede mover las sales hacia abajo, pero regresan hacia arriba al secarse el suelo entre los riegos si no se aplica suficiente agua extra. La evaporación muy alta en tales áreas empeora esta tendencia. En muchos casos el desagüe subterráneo también es insuficiente, empeorando aun más la situación. Regar la tierra puede alzar el nivel de agua hasta un metro más o menos dentro de la superficie, así permitiendo a las sales a ir hacia arriba por la acción capilar, del mismo modo en que el kerosén va hacia arriba por el pabilo de una lámpara.

Los suelos salinos y alcalinos (sódicos) están dentro de 3 clases de acuerdo con la cantidad de sales solubles y absorbidas (retenidos por partículas de arcilla y humus) que contienen: (estos suelos también se llaman halomórficos).

SUELOS SALINOS: Contienen bastante sales solubles neutras que dañan el crecimiento de las plantas en forma muy semejante a la quemadura por fertilizantes. Las sales son principalmente cloruro de sulfato de sodio, magnesio y calcio. Menos de 15% de la capacidad de intercambio (vea el Capítulo 6) del suelo es ocupada por iones de sodio absorbidos, y el PH suele ser de menos de 8,5. Los suelos salinos también se llaman suelos blancos alcalinos pues que las sales suelen acumularse por la superficie del suelo. Las causas usuales de tales suelos son falta de suficiente agua para filtrarse adecuadamente, mal desagüe, o ambos.

SUELOS SALINOS-ALCALINOS (Suelos Salino-sódico): Estos suelos no solamente contienen cantidades excesivas de sales solubles, sino también cantidades dañosas de sodio absorbido (iones de sodio sobrecargados que se unen a las partículas de arcilla y humus con cargas negativas). Más de 15% de la capacidad de intercambio del suelo está ocupada por

iones de sodio. Aunque el sodio es una base fuerte, el PH de tales suelos es de menor de 8,5 debido a la influencia amortiguante de las sales solubles neutrales.

SUELOS ALCALINOS NO-SALINOS (Suelos Sódicos): Estos suelos contienen niveles bajos de sales solubles pero cantidades excesivas de sodio absorbido. Más de 15% de su capacidad de intercambio la ocupan partículas de sodio absorbido por arcilla y humus. El PH es mejor que 8,5 y frecuentemente llega a 10, pues no hay suficientes sales solubles para amortiguar el sodio. Los suelos sódicos tienen la condición física muy mala debido a su contenido alto de sodio que dispersa y descompone los agregados de suelo (terrones y grumos), haciendo así el suelo bien impermeable al agua. Los suelos sódicos también se llaman suelos alcalinos negros que su superficie frecuentemente es negra debido a la acumulación de humus dispersado llevado a la superficie por el movimiento capilar de agua hacia arriba (desde un nivel alto de agua) y por evaporación.

COMO LA SALINIDAD Y ALCALINIDAD DAÑAN EL CRECIMIENTO DE LAS SIEMBRAS

- * Efecto Osmótico de las Sales: Las sales solubles en el agua de suelo reducen la capacidad de las plantas para absorber agua por sus raíces (un proceso llamado osmósis). Si la concentración de sales es suficientemente alta, el agua verdaderamente empieza a salir de las raíces de las plantas y volver al suelo otra vez, y pronto las plantas pueden morir; este proceso se llama plasmólisis. Con menos sales, las plantas pueden sufrir la quemadura de las puntas de sus hojas, raquitismo y defoliación. Las semillas en germinación y las plantitas son más sensitivas a este efecto osmótico. Como lo muestra la Tabla 12-2, las siembras varían mucho en su tolerancia a la salinidad.
- * Efecto del Sodio: Los suelos sódicos impiden el crecimiento de las plantas, principalmente a través de los efectos tóxicos del sodio mismo, su alcalinidad alta (PH 8,5-10), y la toxicidad del ion de bicarbonato con que el sodio frecuentemente se asocia. Las semillas que están germinando y las plantitas jóvenes son las más sensitivas.
- * Toxicidad del Boro: La mayor parte del agua de riego contiene boro, que es tóxico en concentraciones de más de 1-2 partes por millón. El boro no se filtra fácilmente del suelo. El agua de riego que contiene mucho boro puede restringir el cultivo de las siembras tolerantes al boro. Como muestra la Tabla 12-2, las siembras varían mucho en su tolerancia de boro.
- * Daños Causado por Lluvia: Si la evaporación excesiva y la falta de suficiente filtración permite la acumulación de altos niveles de sales en la superficie del suelo durante semanas, una lluvia leve fuera de estación puede mover estas sales solamente hasta la zona de las raíces y causar daño. Este es principalmente un problema en suelos de turba donde se usa sub-riego. (El sub-riego consiste en hacer correr el agua por canales anchos a través del terreno para alzar el nivel del agua por medio del movimiento capilar suficientemente

como para regar las siembras. Se usa comúnmente en los suelos de turba, que suelen tener niveles altos de agua).

DIAGNOSTICOS DE LABORATORIOS DE SALINIDAD Y ALCALINIDAD

Análisis del Suelo

Los laboratorios de suelos puede medir el contenido de sales solubles por medio de pruebas de conductividad eléctrica. Como las sales son electrolitos, cuanto mayor es su contenido, mayor es su conductividad eléctrica. Las medidas se dan en miliohmos o microhmos. Pueden variar entre 0 miliohmos y más de 16 miliohmos (16.000 microhmos).

TABLA 12-1

Contenido de Sales Solubles del Suelo
y su Efecto Sobre el Crecimiento de las Siembras

Conductividad Eléctrica (CE)

<u>Miliohmos</u>	<u>Microhmos</u>	<u>Diagnóstico</u>
Menos de 2	Menos de 2000	Ningún efecto adverso.
2	2000	Los rendimientos de algunas siembras sensitivas a sales se afectan.
Abajo de 8	Abajo de 8000	La siembra tiene que ser moderadamente tolerante a la sal.
8-16	8000-16000	La siembra tienen que ser bien tolerante a la sal.
Arriba de 16	Arriba de 16000	Ningún cultivo provechoso es posible.

Los laboratorios de suelos también pueden analizar la cantidad de sodio absorbido por el suelo para determinar el peligro de alcalinidad.

Análisis del agua de riego

También se puede analizar los contenidos de sales solubles, sodio y boro del agua de riego.

SALES SOLUBLES: El Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. clasifica el agua de riego en 4 categorías de acuerdo con su nivel de sales solubles:

Clase 1: Baja Salinidad

100-250 microhomo/cm de profundidad (0,1-0,25 miliohmos/cm). Buena para regar casi todas las siembras y suelos. Alguna filtración se requiere para mantener el movimiento hacia abajo de las sales. Problemas de salinidad pueden desarrollarse en suelos mal desaguados.

Clase 2: Salinidad Moderada

251-750 microhmos/cm (0,25-0,75 miliohmos/cm). Sirven para regar suelos relativamente permeables. Las siembras requieren tolerancia moderada de sales y se necesitará filtración.

Clase 3: Salinidad Alta

751-2250 microhmos/cm (0,75-2,25 miliohmos/cm). Vale solamente para siembras tolerantes a la sal. Tanto el drenaje como la filtración son imprescindibles.

Clase 4: Salinidad muy Alta

Mas de 2250 microhmos/cm (2,25 miliohmos/cm). No se puede usar para regar excepto bajo ciertas de estas condiciones específicas: suelos permeables, buen desagüe y aplicaciones grandes de agua para lograr filtración adecuada.

SODIO EN EL AGUA: El contenido de sodio del agua de riego se puede medir exactamente, pero su toxicidad potencial depende de la proporción de sodio del agua relativa al contenido de calcio y magnesio juntos. Esta se llama la Proporción de Absorsión de Sodio (P.A.S.) y la determina el laboratorio. Igual al suelo, el agua de riego se clasifica en 4 categorías, desde 1 (agua de bajo sodio) hasta 4 (agua de alto sodio), pero la verdadera interpretación no es tan sencilla como pueda parecer.

MANEJO DE PROBLEMAS DE SALINIDAD Y ALCALINIDAD

Recuperando suelos salinos

Puesto que los suelos salinos contienen solamente sales solubles, esto se cura con filtración. En mucho casos, sin embargo, la salinidad es causa de un nivel alto de agua y la filtración no será eficaz si no se instala un desagüe artificial como ser caños subterráneos de desagüe. Abrir el subsuelo puede ser necesario para romper las capas duras que restringen el desagüe.

Filtración periódica o inundación continua se puede usar. Las siembras tolerantes a la salinidad como la remolacha, el algodón y la cebada se pueden cultivar durante la recuperación

si no se usa inundación. La cantidad de agua requerida para la filtración depende del contenido de sales solubles del suelo y del agua y del nivel final de sales deseado. Se podría decir que aproximadamente el 50% de las sales solubles de la zona de raíces se puede quitar con 15 cm de agua aplicado por cada 30 cm de profundidad del suelo (15 cm = una capa de 15 cm de profundidad, o 150 litros por metro cuadrado). Aproximadamente 80% de las sales se puede quitar aplicando 30 cm de agua por cada 30 cm de profundidad del suelo (300 litros por metro cuadrado).

Lo que se Requiere Para Filtrar: es la proporción del contenido de sales del agua del riego con la del suelo. Por ejemplo, donde una CE de 8 se puede tolerar en la zona de la raíz y el agua de irrigación tienen una CE de 2, el requerimiento para filtrar es de 2/8 o 25%. Esto significa que se debe aplicar 25% más agua que la cantidad usada en evaporación y transpiración por las plantas. (Para ayudar a determinar las necesidades de agua de las siembras, vea el capítulo 5 sobre el manejo del agua).

Recuperando Suelos Alcalinos No-salinos (Suelos Sódicos)

La filtración sola no quitará el sodio ni el carbonato y bicarbonato de sodio insolubles absorbidos. Se necesita añadir primero una enmienda al suelo tal como yeso (sulfato de calcio) que reaccionará con el suelo en 2 formas:

- * Convierte sales insolubles de sodio, como el bicarbonato de sodio, a sulfato soluble de sodio, que es móvil y se filtra muy fácilmente.
- * También suelta los iones de sodio absorbidos pegados a las partículas de arcilla y humus y los reemplaza con calcio. Esto también causa la reducción del PH del suelo después de la filtración.

El yeso tiene que ser molido finamente y se debe mezclar con la superficie del suelo en vez de enterrarlo por medio de un arado. (La acción del arado deja el yeso en rayas o canales mal distribuidos).

Se debe mantener el suelo húmedo para promover la reacción del yeso y el suelo. Se necesita por lo menos 5000 kg/ha (500 m²), pero el laboratorio de suelos determinará la cantidad exacta.

En los suelos sódicos que contienen carbonato de calcio (cal), se puede usar azufre en vez de yeso. La bacteria del suelo lo convierte en sulfato que después reacciona con la cal en el suelo para formar yeso. Mucho menos azufre que yeso se necesita (1000 kg de azufre tienen el mismo efecto que 5380 kg de yeso). Deje transcurrir 2-3 meses entre la aplicación de azufre y la filtración para permitir la conversión a yeso. La presencia de cal se detecta añadiendo un poco de

ácido sulfúrico o hidroc্লórico a una pequeña cantidad de suelo. Si se forman burbujas, el suelo contiene cal.

Una Alternativa a las Enmiendas del Suelo: Una investigación recientemente realizada por la USDA ha mostrado que híbridos de sorgo-pasto sudan pueden ser eficaces en soltar el sodio absorbido en suelos sólidos que contienen cal. El sorgo-pasto sudan (frecuentemente llamado sordan) libera cantidades especialmente altas de dióxido de carbono por sus raíces; el CO₂ disuelve el calcio del suelo que después puede desplazar los iones de sodio absorbidos. El riego fuerte se requiere para filtrar el sodio suelto. Donde es apropiado, el uso de sordan es mucho más barato que el yeso y recupera más profundidad del suelo; también es un alimento nutritivo para ganado. Sin embargo, las plantas de sordan de menos de 45 cm de altura o las expuestas a la sequía o a las heladas contienen niveles tóxicos de ácido hidrocianico (ácido prúsico).

Recuperando Suelos Salinos-Alcalinos (Salinos-Sodicos)

Como con los suelos sódicos, la filtración sola no es eficaz en los suelos salinos-sódicos. pues quita solamente las sales solubles, dejando el sodio absorbido. Liberado del efecto amortiguante de tales sales, el sodio puede mostrar completamente su capacidad de alzar el PH y empeorar la condición física del suelo. En otras palabras, la filtración por si sola convierte un suelo salino-sódico en un suelo sódico. Muy raras veces, la filtración sin el uso de yeso o azufre puede ser eficaz cuando el suelo contiene mucho calcio o magnesio soluble, que pueden desplazar el sodio absorbido.

Controlando la Acumulación de Salinidad y Alcalinidad

Raras veces es posible quitar permanentemente la salinidad o alcalinidad de un suelo, especialmente si el agua de riego es una de sus causas. La mejor estrategia es usar prácticas de manejo que favorecen el crecimiento de las siembras en tales suelos y ayudan a mantener el contenido de sales a niveles tolerables. Las siguientes son algunas guías:

- * Tratamiento del Agua de Riego: No existe un método económicamente factible para reducir el contenido de sales solubles del agua de riego, pero el peligro de sodio se puede eliminar virtualmente añadiendo yeso al agua. Los equipos automáticos de medición de yeso se pueden comprar o fabricar, o una bolsa de yeso se puede colocar en el foso de riego.
- * Uso de Enmendadores del Suelo: Yeso o azufre puede ser necesario periódicamente donde las condiciones favorecen el desarrollo de suelos sódicos o salino-sódicos.

- * Elección de Siembras: Elegir siembras tolerantes a las condiciones salinas o alcalinas. La tolerancia al boro también puede ser importante. Unas tablas al fin de éste Capítulo contienen una lista de siembras comunes y sus tolerancias.

- * Mejorar el Desagüe del Suelo: Arar profundamente o doble-cavar el suelo a mano (vea el Capítulo 4) puede ser necesario para romper capas duras o compactadas, así facilitando el movimiento del agua hacia abajo.

- * Mejorar la Condición Física del Suelo: Los fertilizantes orgánicos y los acondicionadores del suelo (vea el Capítulo 8) tiene efectos especialmente beneficiosos.

- * Nivelar la Tierra: Así se eliminan depresiones y alturas para proporcionar una distribución más uniforme del agua de riego, lo que ayudará a evitar la formación de áreas con alto contenido de sales.

- * Manejo del Riego: Existen varias prácticas de riego esenciales para manejar la acumulación de salinidad en suelos susceptibles:
 - ** Regar frecuentemente para mantener un buen contenido de agua del suelo y facilitar la absorción por las plantas, que es entorpecida por la acción osmótica de las sales.

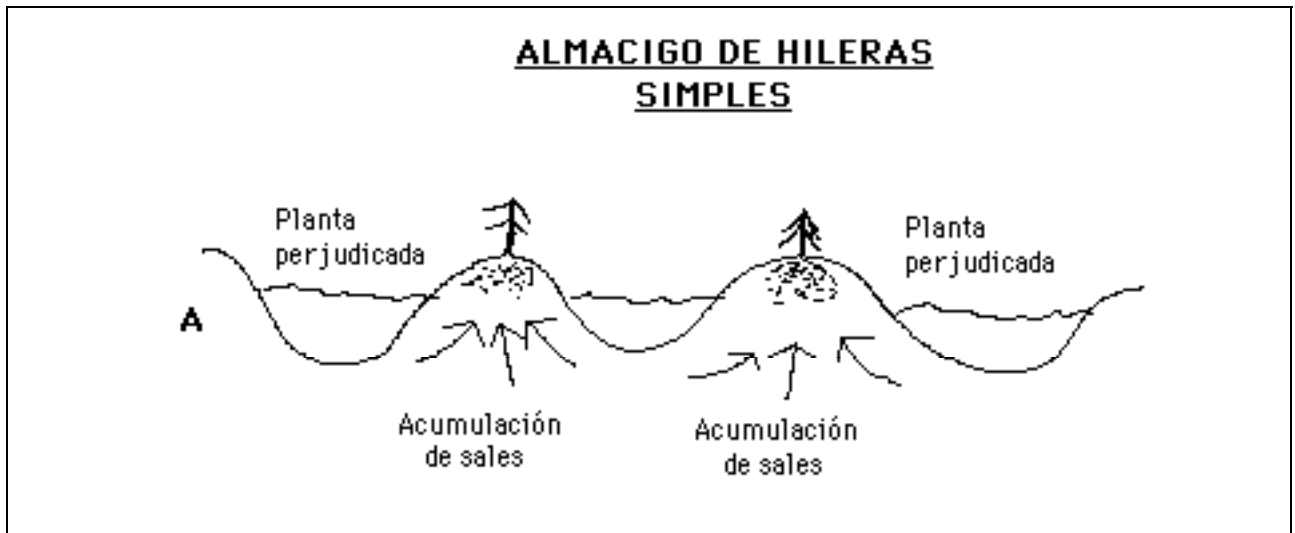
 - ** Al regar, aplicar aproximadamente 10-20% más de agua de la que se necesita para quitar las sales mediante la filtración. La filtración asegura que el contenido de sales del suelo nunca será mayor que el contenido del agua de irrigación. Sin filtración el contenido de sales del suelo gradualmente aumentará hasta mucho mejores niveles que el del agua por cuanto las sales se acumulan en vez de salir con el desagüe.

 - ** Cuando se riega por surcos, aumentar el nivel de agua en los mismos ayudará a la germinación de las semillas. Poner las semillas o transplantes un poco arriba del nivel de agua del suelo ayuda a disminuir el contenido de sales cerca de ellas. (Vea la Figura 12-1).

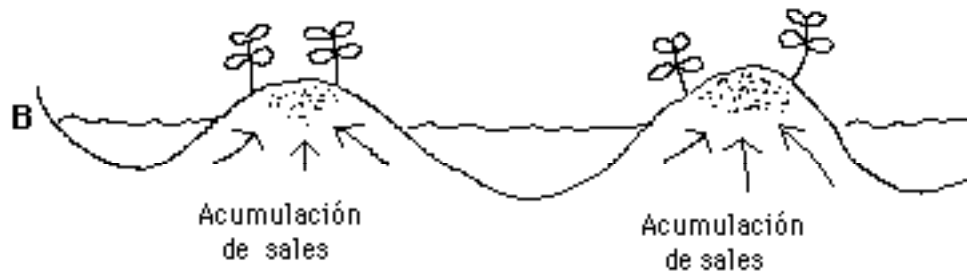
 - ** Algunas fuentes recomiendan el riego por goteo como método para mantener eficazmente la buena humedad del suelo y la filtración de sales en el área inmediata de las plantas. Otras avisan que el riego por goteo puede producir acumulaciones de sales como otros métodos lo hacen, especialmente por los bordes entre el área mojada y el área seca.

- * Diseño de Almacigos: El riego por surcos hace que las sales se acumulen cerca de las semillas de germinación o de las plantas si no se da atención especial al diseño de los

almácigos. La Figura 12-1 muestra como el diseño del almacigo y el método de regar determinan dónde se acumulan las sales y dónde se deben colocar las plantas y las semillas.



ALMACIGO DE HILERAS DOBLE



LECHOS CON PENDIENTES ANCHAS



RIEGO ALTERNADO DE SURCOS



FIGURA 12-1: El diseño de los almacigos y el método de riego influyen donde se acumulan las sales. Los almacigos de hileras simples (A) con riego en cada surco causan la acumulación de sales cerca de las plantas. Los almacigos convencionales de hileras múltiples (B) o con pendientes (C) prporcionan áreas para plantar donde hay menos acumulación de sales. Riego por surcos alternados (D) concentra las sales en el surco no regado, de las raíces de las plantas.

TABLA 12-2

Tolerancia relativa de las siembras a la salinidad *

(Listada en Orden de Tolerancia Decreciente a las Sales Dentro de los Grupos de Tolerancia "Alta", "Moderada" y "Baja").

SIEMBRAS FRUTALES

<u>Alta</u>	<u>Moderada</u>	<u>Baja</u>
Datilera	Granada	Pera
Coco	Higuera	Manzana
	Olivo	Naranja
	Uva	Pomelo
		Durazno
		Frutilla
		Lima
		Aguacate

VEGETALES

<u>Alta</u>	<u>Moderada</u>	<u>Baja</u>
Remolacha **	Tomate	Rábano
Breza	Brócoli	Perejil
Espinaca	Repollo	Poroto
	Pimiento	
	Coliflor	
	Lechuga	
	Maíz dulce	
	Papa	
	Zanahoria	
	Cebolla	
	Arbeja	
	Calabaza	
	Pepino	
	Melón	

SIEMBRAS DEL CAMPO

<u>Alta</u>	<u>Moderada</u>	<u>Baja</u>
Cebada	Centeno	Poroto
Remolacha dulce **	Trigo	
Algodón	Avena	
	Sorgo	
	Maíz	
	Girasol	

* Fuente: "Principles and Practice in the Irrigation of Texas Soils" "Principios y Prácticas de Irrigación en los Suelos de Texas" Boletín 937 de la Estación Agrícola Experimental de Texas.

** Remolacha y remolacha dulce son sensitivas a la salinidad durante su periodo de germinación de las semillas.

TABLA 12-3

Tolerancia relativa de algunas siembras al boro

(Listadas en órde de tolerancia decreciente al boro dentro de cada grupo)

<u>Tolerante</u>	<u>Semi Tolerante</u>	<u>Sensitivas</u>
Datilero	Girasol	Pacano
Cocotero	Algodón acala	Poroto marinero
Remolacha dulce	Papa	Ciruela
Alfalfa	Algodón pima	Pera
Cabolla	Tomate	Manzana
Nabo	Arveja dulce	Uva
Repollo	Rábano	Higuero kardota
Lechuga	Arveja del campo	Dióspero
Zanahoria	Cebada	Durazno
	Trigo	Naranja
	Maíz	Aguacate
	Sorgo de grano	Pomelo
	Avena	Limón
	Calabaza	
	Batata	
	Haba de Lima	

|

|

APENDICE A

MEDIDAS Y CONVERSIONES UTILES

AREA

1 METRO CUADRADO = 10,76 pies cuadrados

1 HECTARIA (Ha) = 10.000 metros cuadrados = 2,47 acres = 1,43 manzanas (en algunas partes de América Latina)

1 ARE (a) = 100 metros cuadrados = 0,01 hectárea

1 ACRE = 4000 metros cuadrados = 4840 yardas cuadradas = 43560 pies cuadrados = 0,4 hectárea = 0,58 manzanas (partes de América Latina)

1 MANZANA = (usado en partes de América Latina) = 10.000 varas cuadradas = 7.000 metros cuadrados = 0,7 hectárea = 1,73 acres

LARGO

1 METRO (m) = 100 cm = 1000 mm = 39,37 pulgadas = 3,28 pies

1 CENTIMETRO (cm) = 10 mm = 0,01 m = 0,4 pulgadas

1 MILIMETRO (mm) = 0,001 m = 0,04 pulgadas

1 KILOMETRO (km) = 1000 m = 0,625 milas

1 VARA (América Latina) = 83,7 cm = 32,8 pulgadas

1 MILA 1,6 km = 1600 metros = 5280 pies

PESO

1 KILOGRAMO (kg) = 1000 gramos (g) = 2,2 libras (lb) = 35,2 onzas (oz)

1 LIBRA (lb) = 16 oz = 454 g = 0,454 kg

1 ONZA (oz) = 28,4 g

1 TONELADA METRICA = 1000 kg = 2202 libras

1 TONELADA LARGA = 2240 lbs 1 TONELADA CORTA = 2000 lb

1 QUINTAL = 100 kg (sistema métrico), 100 lb (América Latina)

VOLUMEN

1 LITRO (l) = 1000 cc = 1000 ml = 1,06 cuartos EE.UU.

1 HECTOLITRO (hl) = 100 litros

1 METRO CUBICO = 1000 litros

1 PIE CUBICO = 7,48 galones EE.UU. = 28,3 litros

1 GALON (EE.UU.) = 3,78 litros = 3780 cc (ml)

1 GALON (IMPERIAL) = 5 cuartos EE.UU. = 4 cuartos imperiales = 4,725 litros

1 ACRE PULGADA (de agua) = 26,928 galones E.U.A.

1 BUSHEL (E.U.A., Inglaterra) = 1,25 pies cúbicos = 9375 galones E.U.A. = 35,4 litros = 56 lb maíz o sorgo descascarado seco = 60 lb poroto o granos de tripo seco

1 ONZA FLUIDA (oz.fl.) = 30 cc (ml) = 2 cucharadas rasas (tipo para medir)

1 CUCHARADA (para medir) = 15 cc (ml) de sólidos o 18 cc (ml) de líquidos, debido a la tensión superficial

1 CUCHARADA (para medir) = 5 cc (ml) de sólidos o 6 cc (ml) de líquidos, debido a la tensión superficial

CONVERSIONES MISCELANEAS

lb/acre x 1,12 = kg/ha;

lb/acre x 1,73 = lb/manzana

kg/ha x 0,89 = lb/acre;

kg/ha x 1,54 = lb/manzana

lb/manzana x 0,58 = lb/acre;

lb/manzana x 0,65 = kg/ha

1 LITRO POR METRO CUADRADO = 1 milímetro de espesor (una capa)

7 GALONES E.U.A. POR METRO CUADRADO = 1 pulgada de espesor (una capa)

Temperatura: $C^{\circ} = (F^{\circ} - 32^{\circ}) \times 0,55$
 $F^{\circ} = (C^{\circ} \times 1,8) + 32^{\circ}$

DETERMINANDO LA HUMEDAD DEL SUELO A TRAVES DEL TACTO O LA APARIENCIA

Tacto o Apariencia del suelo

Humedad disponible del suelo	TEXTURA MUY TOSCA (Arena)	TEXTURA TOSCA (Arena margosa o marga arenosa)	TEXTURA MEDIANA (Marga arenosa fina o marga cieno)	TEXTURA FINA (Marga arcilla o arcila)
0 %	Seco, suelto, con granos individuales; fluye a través de los dedos.	Seco y suelto; fluye a través de los dedos.	Seco, en polvo; a veces con costras fina pero se deshace fácilmente y forma polvo.	Duro, cocido, con grietas, frecuentemente con migajas en la superficie.
50 % o menos	Parece seco; no forma una bola bajo presión. *2	Parece seco, no forma una bola bajo presión.	Algo migajoso, pero se mantiene unido bajo presión.	Algo flexible; forma una bola bajo presión.
50-75%	Parece seco; no forma una bola bajo presión	Suele formar una bola bajo presión pero raras veces se mantiene	Forma una bola bajo presión; a veces se pega un poco bajo presión	Forma una bola; forma cinta entre el pulgar y el dedo índice.
75% para la capacidad del campo (100%)	Se pega un poco; puede formar una bola muy débil bajo presión.	Forma una bola débil y se rompe fácilmente. No se pega.	Forma una bola; muy flexible y se pega fácilmente si contiene mucha arcilla.	Forma cinta fácilmente entre los dedos; muy resbaloso al tacto.
A la capacidad del campo 1(00%)	Al esprimirse, (') ningún agua suelta aparece, pero deja una silueta mojada de la pelota en la mano.	Igual que para la arena.	Igual que para la arena.	Igual que para la arena.

*1. Basado en el Bol. Inform. Agric. N. 199 USDA.

*2. La bola se forma al esprimir firmemente con la mano un puñado de suelo.

(') No sale agua de la tierra al ser exprimida, pero queda en la mano un rastro húmedo de la bola que se ha formado.

|

|

APENDICE C

GUIAS DE INTERVALOS PARA

BADENES DE CONTORNO Y OTROS IMPEDIMENTOS DE LA EROSION *

(Vea el Capítulo 3)

<u>% PENDIENTE</u>	<u>GRADOS DE PENDIENTE</u>	<u>DISTANCIA ENTRE BADENES** EN METROS</u>
5	3°	21,6
6		19,3
7	4°	17,7
8		16,6
9	5°	15,8
10		15,0
11	6°	14,2
12	7°	13,4
13		12,7
14	8°	12,1
15		11,5
16	9°	11,0
17		10,5
18	10°	10,0
19		9,5
20	11°	9,0
21		8,6
22		8,2
23		7,8
24		7,5
25	14°	7,2
26		7,0
27		6,7
28		6,4

<u>% PENDIENTE</u>	<u>GRADOS DE PENDIENTE</u>	<u>DISTANCIA ENTRE BADENES** EN METROS</u>
29		6,2
30	17°	6,0
31		5,8
32		5,6
33		5,4
34		5,2
35	19°	5,0
36		4,9
37		4,8
38		4,7
39		4,6
40	22°	4,5
41		4,4
42		4,3
43		4,3
44		4,1
45	24°	4,0

* Estos intervalos son apropiados para badenes de contorno, murallas de piedra y otras barreras contra la erosión.

** Las distancias en la tercera columna se basan en la experiencia del proyecto del Cuerpo de Paz en El Salvador. Solicite sugerencias sobre conservación a los especialistas de su región.

APENDICE D

COMPOSICION DE ALGUNOS FERTILIZANTES QUIMICOS COMUNES

<u>FUENTES DE NITROGENO</u>	<u>% N</u>	<u>% P₂O₅ *</u>	<u>% K₂O **</u>	<u>% S *</u>
Nitrato de amonio	33,5-34	0	0	0
Nitrato de amonio con cal	20,5	0	0	0
Nitrato-sulfato de amonio	30	0	0	6,5
Sulfato de amonio	20-21	0	0	23-24
Fosfato-sulfato de amonio (2 tipos)	16 13	20 39	0 0	9-15 7
Fosfato mono-amonio (2 tipos)	11 12	48 61	0 0	3-4 0
Fosfato bi-amonio (3 tipos)	16 18 21	48 46 53	0 0 0	0 0 0
Nitrato de calcio	15,5	0	0	0
Nitrato de sodio	16	0	0	0
Nitrato de potasio	13	0	46	0
Urea	45-46	0	0	0
<u>FUENTES DE FOSFORO</u>				
Superfosfato sencillo	0	16-21	0	8-12
Superfosfato triple	0	42-47	0	1-3
Fosfato mono y bi amonio	(vea bajo nitrógeno)			
Fosfato sulfato de amonio	(vea bajo nitrógeno)			
<u>FUENTES DE POTASIO</u>				
Cloruro de potasio (muriato de potasa)	0	0	60-62	0
Sulfato de potasio	0	0	50-53	18
Nitrato de potasio	13	0	44-46	0
Sulfato de potasio magnesio (11% Mg, 18% MgO)	0	0	21-22	18

* P₂O₅ X 0,44 = P; K₂O X 0,83 = K; S X 3,0 = SO₄

APENDICE E

SEÑALES DE HAMBRE EN SIEMBRAS COMUNES

NOTA: Antes de tratar de diagnosticar señales de hambre, lea la sección sobre su uso y sus desventajas en el Capítulo 7.

DEFICIENCIA DE NITROGENO

Cereales de Grano (Maíz, Sorgo, Mijo, Arroz y Trigo): Las plantas jóvenes son raquílicas y muy altas con hojas verdes-amarillentas. En las plantas más antiguas las puntas de las hojas inferiores empiezan a amarillarse y siguen así por la vena central en forma de una “v”, quedando verdes los bordes de las hojas. En algunos casos, hay un color amarillo generalizado en las hojas inferiores. Cuando el hambre de N es severa, las hojas inferiores eventualmente se ponen pardas y mueren, empezando en sus puntas. Este proceso también puede ser causado por la sequía que no permite la absorbsión de N. Las espigas de maíz son picadas en las puntas.

Pulsos y Legumbres de Forraje (Maní, Poroto, Kudzu, etc)

Muchas legumbres, como maní, caupí, poroto mung, soja y legumbres de pastura o forraje pueden fijar todo el N que necesitan si hay el tipo correcto de bacteria rhizobia. Otras, como poroto, arveja de huerta y haba de lima no enredadera, son menos eficaces.

Las legumbres deficientes de N tienen hojas verdes claras con tinte amarillento, primero en las hojas inferiores. En casos severos las hojas pueden caerse.

Si un fijador eficaz de N como el maní o la soja muestran síntomas de deficiencia de N, procure una nodulación adecuada (vea la sección sobre pulsos en el Capítulo 10).

Vegetales

Los tomates: primeramente muestra poco crecimiento y pérdida de su color verde usual, primeramente en las hojas nuevas superiores, que quedan pequeñas y delgadas. La planta entera gradualmente se pone de un color verde claro a amarillo pálido. Las venas empiezan a ponerse púrpuras, especialmente en el reverso de las hojas. Los tallos pueden ponerse púrpuras también. Las yemas de las flores pueden ponerse amarillas y caerse y las frutas son pequeñas.

Pepinos y calabazas: primeramente muestran hojas impedidas y pérdida de su color verde oscuro. Los tallos son delgados y las frutas de colores claros (los pepinos).

Papas: tienen hojas no consideran borrado. Sólo ha sido un error involuntario.

Otros vegetales muestran hojas generalmente amarillas.

DEFICIENCIA DE FOSFORO

Cereales de Granos

Las señales de hambre de P ocurren más probablemente durante el período de crecimiento inicial. Una escasez leve suele causar impedimentos sin señales claras en las hojas. La escasez más severa causa un color púrpura empezando por las puntas de las hojas inferiores (viejas), que aún pueden ponerse pardas y morir. Algunas variedades de maíz y sorgo no muestran un color púrpura, sino más bien bronceo del mismo patrón. No importa los tallos púrpura.

En el maíz el color púrpura puede ser causado por temperaturas bajas o por escasez de P. El frío les dificulta a las raíces a absorber P. Sin embargo, el color púrpura puede ser causado por el frío sólo aun cuando el contenido del P de la planta sea adecuado.

En el maíz y el sorgo los síntomas suelen desaparecer usualmente cuando las plantas alcanzan 40-45 cm, pero el rendimiento se reduce severamente. Las Espigas de maíz de las plantas deficientes de P son algo torcidas y tienen líneas irregulares de semillas y puntas sin semillas.

Pulsos y Legumbres de Pastura o Forraje: Las señales de hambre frecuentemente no son bien definidas. Las plantas carecen de vigor y tienen pocas ramas. Las hojas superiores se ponen verde oscuro, pero quedan pequeñas. El florecimiento y la madurez se retrasan.

Vegetales

Las hojas de la mayoría de los vegetales se ponen primeramente más claras. En los tomates y plantas de la familia crucífera (repollo, nabo, etc.) un color púrpura se forma en el reverso de las hojas y a lo largo de sus venas. (En los tomates, esto se puede confundir con deficiencia de N).

Papas tiene hojas más pequeñas que lo normal y con un color más oscuro que lo usa; las hojas no se expanden normalmente. Los tubérculos pueden tener lesiones pardo-rojizas en la pulpa.

DEFICIENCIAS DE POTASIO

Cereales de granos: El maíz, el sorgo, el mijo, etc. raras veces muestran síntomas en las primeras semanas de crecimiento. Los hordones de las hojas inferiores se ponen amarillos y mueren, empezando en sus puntas. Las plantas deficientes de K tienen internudos (la distancia entre los nudos) cortos y tallos débiles. Los tallos del maíz cortados a lo largo frecuentemente muestran nudos descoloridos pardo oscuros. Las espigas de maíz de plantas deficientes de K frecuentemente son pequeñas y pueden ser puntiagudas y tener pocas semillas.

Pulsos y Legumbres de Pasturas o Forraje: La deficiencia de K es bastante fácil de notar. En las legumbres de hojas anchas como el poroto y el caupí, las primeras señales son un moteado o jarpeado amarillo alrededor de los costados de las hojillas, especialmente en la parte inferior de la planta. Esto se convierte en "quemadura" de los bordes que pueden ir cubriendo hasta la mitad de la hoja.

Veetales

Los tomates crecen lentamente y tienen un color verde-azulado oscuro. Las hojas jóvenes se arrugan y las mayores se ponen verde oscuro, y luego desarrollan un color verde-amarillo por los bordes. Las manchas de los tomates al madurar pueden ser causada por la deficiencia de K.

El repollo mostrará primeramente un bronceado por los bordes de las hojas, que después se ponen pardas y se caen.

Papas: La aparición temprana de follaje inusualmente verde oscuro, verde-azulado o lustroso es una señal confiable. Las hojas mayores se ponen amarillentas y desarrollan un color pardo o bronceado empezando por las puntas. Un número de hojas inferiores puede secarse a la vez. Las plantas se vuelven raquílicas y se inclinan debido al torcimiento de las hojas hacia abajo. La pulpa de los tubérculos se pone oscura al cocerse.

DEFICIENCIA DE CALCIO

Las deficiencias de calcio son muy poco probables excepto en algunos vegetales y el maní.

Maíz: Las puntas de las hojas se pegan a las hojas que las siguen.

Poroto: El hambre de Ca es más probable que ocurra junto con la toxicidad del aluminio en los suelos muy ácidos. Las hojas quedan verdes con un color amarillo liviano en sus bordes y puntas. Las hojas pueden arrugarse y enrollarse hacia abajo.

Maní: Las plantas son verde claro con un porcentaje alto de vainas vacías.

Tomates: La pudrición de las puntas de las flores es causada por la deficiencia de Ca, que se estimula a través del riego "abundante o escaso" y de la poda severa. La parte inferior de la fruta se pone oscura y se achica, eventualmente pudriéndose.

Perejil: desarrolla áreas pardas que irán pudriéndose en sus hojas inferiores.

Zanahoria tendrá cavidades en sus raíces.

DEFICIENCIA DE MAGNESIO

Donde Sospechar que Hay Deficiencia: En suelos muy ácidos o a los cuales se ha añadido cal con poco magnesio. Las aplicaciones grandes de K estimulan la deficiencia de Mg.

Cereales de Granos: Un color amarillento general de las hojas inferiores es la primera señal. Eventualmente, las áreas entre las venas se ponen de un color amarillo claro o casi blanco, mientras que las venas quedan bien verdes. Al progresar la deficiencia, las hojas se ponen rojo-púrpura por sus bordenes y puntas, empezando con las hojas inferiores y progresando hacia arriba.

Pulsos: El color amarillo aparece entre las venas, primeramente en las hojas más viejas y después progresando hacia arriba. Las puntas de las hojas muestran los primeros efectos.

Vegetales: El repollo, el pepino, la sandía, el tomate, la berenjena y el pimiento son los más susceptibles. Los tomates tienen hojas frágiles que pueden curvarse hacia arriba (por causa de otras razones también). Las venas pueden quedar de color verde oscuros mientras que las áreas entre sí se ponen amarillas y finalmente pardas.

DEFICIENCIAS DE AZUFRE

Donde Sospechar que Hay Deficiencias: En los suelos volcánicos o arenosos ácidos, donde por algún tiempo se ha usado exclusivamente fertilizantes con poco S.

Cereales de granos: Los cereales tienen necesidades relativamente bajas de S. El crecimiento achaparrado, la madurez retrasada y hojas generalmente amarillentas (a diferencia del hambre de N), son las señales principales. A veces, cuando las venas permanecen verdes, se puede confundir con la deficiencia de hierro o zinc. Sin embargo, el hambre de hierro o zinc es más probable en los suelos básicos o levemente ácidos.

Otras siembras: Las señales no son fácilmente reconocibles en la mayoría de las siembras. En los porotos, las hojas superiores se ponen uniformemente amarillas.

DEFICIENCIA DE ZINC

Donde Sospechar que Hay Deficiencias: En los suelos con PH superior a 6,8 donde se ha aplicado mucho P, especialmente si se colocaba localmente cerca de la hilera de plantas. El maíz es muy sensitivo a la deficiencias de zinc.

Cereales de granos: El maíz muestra las señales más reconocibles de la deficiencia de zinc que cualquier siembra. Si es un caso severo los síntomas aparecen 2 semanas después de la emergencia. Una banda blanca de tejido blanqueado de cada lado de las venas centrales de las hojas superiores, usualmente en la parte más baja de las hojas es típica. La escasez leve puede causar rayaduras entre las venas similarmente a cuando hay falta de manganeso o hierro. Sin embargo, en el caso de escasez de Fe o Mn, las rayaduras entre las venas corren por todo el largo de la hoja. El sorgo muestra señales semejantes, pero con menos rayas entre las venas y con la banda blanquada mejor definida.

Pulsos y Legumbres de Pastura: Las hojas superiores son amarillentas entre las venas.

DEFICIENCIAS DE HIERRO

Donde Sospechar que Hay Deficiencias: En suelos con PH mayor superior a 6,8 es el sorgo y las legumbres.

Cereales de granos: El sorgo es mucho más susceptible a deficiencia de hierro que el maíz. Los cereales muestran un color amarillento entre las venas que se extiende por el largo de la hoja y ocurre principalmente en las hojas superiores.

Pulsos: Las hojas amarillentas entre las venas de la hojas altas que eventualmente se ponen uniformemente amarillas.

DEFICIENCIAS DE MANGANESO

Donde Sospechar que Hay Deficiencias: En suelos con PH mayor a 6,8; en suelos arenosos o muy filtrados.

Cereales de granos: Muy raramente.

Maní: Hojas superiores amarillentas entre las venas que eventualmente se ponen uniformemente amarillas y después bronceadas.

Poroto: Las plantas no se desarrollan y las hojas superiores se ponen amarillas entre las venas pequeñas y eventualmente aparecen bronceadas.

Toxicidad del manganeso: Ocurre en suelos muy ácidos y se acentúa por el mal desagüe. Los porotos son muy susceptibles. Las hojas superiores muestran un color amarillento entre las venas, lo que fácilmente se confunde con necesidad de Zn o Mg, pero la falta de Zn es muy rara bajo condiciones ácidas.

DEFICIENCIAS DE BORO

Donde Sospechar que Hay Deficiencias: En los suelos arenosos, ácidos, con PH alto. El boro es el micronutriente más frecuentemente deficiente en la mayoría de los vegetales. Los cereales raras veces muestran deficiencias de B.

Maní: El follaje puede ser normal pero las semillas frecuentemente contienen un área vacía parda, usualmente llamada "daño interno".

Poroto: Tallos gruesos y hojas con manchas amarillas o muestras; en casos menos severos. las hojas se arrugan y se enrollan hacia abajo, fácilmente se confunde con daño por insectos o ataque por virus.

Remolachas, nabos y siembras de raíces: muestran manchas oscuras en la raíz, usualmente en la parte más gruesa. Esto se llama "corazón pardo". Las plantas no se desarrollan y tienen hojas más chicas que lo normal que desarrollan manchas amarillas o rojo-púrpura. Los tallos de las hojas se parten longitudinalmente. El punto de crecimiento puede morir.

Batatas: Las plantas no se desarrollan y tienen internudos cortos y pociolos enrollados. Las raíces comestibles tienen lesiones en la superficie, cubiertas con una exudación negra.

Lechuga: Muestra malformación de las hojas de crecimiento más rápido, muerte del área de crecimiento, y "quemadura" y motas o manchas en las puntas de las hojas.

DEFICIENCIA DE MOLIBDENO

Donde Sospechar que Hay Deficiencias: Suelos ácidos. Legumbres y plantas de la familia crucífera (repollo, coliflor, etc.).

Pulsos, Legumbres de Forraje: Como la bacteria rhizobia necesita Mo, las legumbres con deficiencia de Mo suelen mostrar señales de hambre de N.

Repollo, Coliflor, Brócoli, etc.: Hojas amarillentas entre las venas, con cobertura de los bordenes de las hojas. Las hojas parecen látigos.

Cobre: La deficiencia de cobre es muy rara, pero es muy probable que ocurra en suelos de turba. Los árboles frutales y las legumbres de forraje (especialmente el estilo) son las más susceptibles. Los síntomas varían, pero la vuelta parcial a morir de algunas de las yemas terminales de los árboles frutales es una señal.

APENDICE F

LEGUMBRES PARA ESTIERCOL VERDE Y SIEMBRAS DE CUBIERTA EN REGIONES TROPICALES Y SUBTROPICALES

NOTA:

- * Para más información, referirse a la sección sobre estiércol verde y siembras de cubiertas en el Capítulo 10.
- * Inoculación de semillas y grupos de inoculación cruzada: Vea la Sección Sobre Pulsos en el Capítulo 10 en la Tabla 10-3.
- * Antes de usar estas especies, se debe preguntar al Servicio de Extensión Agrícola y a las Estaciones Experimentales sobre sus experiencias con ellas.

Escarificación de Semillas: Las semillas de algunas legumbres tropicales, como centrosema, kudzu tropical y leucaena, tienen capas duras impermeables que deben escarificarse para permitirles la absorción de agua para su germinación. Varios métodos se pueden usar:

- * Tratamiento con Agua Caliente: Meter las semillas en agua a 80° (176°F) por 2-3 minutos o en agua hirviendo por 3 segundos. Las temperaturas e inmersiones mayores dañan las semillas. Si tal exactitud no es posible, hervir el agua, dejarla enfriar por 30 segundos, y derramarla sobre las semillas dejándolas que se empapen por la noche antes de plantarlas. Excepto en el caso de dejarlas empapadas en la noche, las semillas tratadas con calor se pueden guardar por varios meses o más si se secan rápidamente al aire.
- * Métodos mecánicos: Las semillas se pueden frotar con lija o poner en un tambor forrado con lija que se hará rodar o menear para raer las semillas. Las semillas de leucaena se puede raspar con cortauñas.

I. Legumbres de Crecimiento Rápido Para Uso de Corto-Plazo (40 - 90 días)

Glycine max (soja): Una siembra anual de arbusto o enredadera que requiere 130 - 160 días para producir semillas. Sus necesidades de humedad son semejantes a las del maíz. Prefiere suelos con PH entre 6,0 y 7,0. Las variedades son muy sensitivas a la duración del día y tienen que ser adaptadas al fotoperiodo local. La mayoría de las variedades son susceptibles a los nematodos. Son susceptibles a enfermedades al cultivarse bajo condiciones húmedas. Requieren un tipo muy específico de bacteria rhizobia.

Phaseolus Aureus (Poroto Mung, Grama Verde o Grama Dorada): Cultivado extensivamente en Asia sur-este como una siembra de pulso; adaptado como estiércol verde/siembra de cubierta de corto plazo. Resiste la pudrición del tallo, pero es susceptible a los nematodos y al mal desagüe. Es bastante tolerante a la sequía.

Pueraria Acutifolius (Poroto Tepary): Un arbusto o enredadera anual bien adaptado a áreas secas calientes son menos de 500 mm de lluvia por año y lluvias infrecuentes, pero fuertes. Necesita buena humedad desde su germinación hasta su florecimiento, pero frecuentemente puede madurar sus semillas sin más lluvia. Es nativo de Méjico y del sur-oeste de los E.U.A. Es moderadamente tolerante a la salinidad y alcalinidad, y requiera buen desagüe. No se adapta a condiciones húmedas con mucha lluvia. Es muy resistente a la plaga común del poroto (una enfermedad bacterial, Vanthomonas Phaseoli). Las semillas maduras se producen entre 60 y 90 días después de la emergencia de las plantas. Son comestibles después de remojar y hervirse. Las referencias varían sobre su sabor (fuerte o leve). Las hojas y vainas se pueden usar como alimento de ganado.

Sesbania Macrocarpa (Sin. *S. exaltata*) (Maleza del Café): Una producción anual de crecimiento rápido y recto, apropiado para estiércol verde. Es susceptible a los nematodos. Puede ser una plaga si se deja que formen semillas.

Vigna unguiculata (sin. *V. sinensis*) (caupí): Cultivado para sus semillas y vainas jóvenes comestibles, forraje, estiércol verde y siembras de cubierta. Las variedades cambian en su forma de crecer, desde arbustos determinados (con semillas producidas en un periodo corto) hasta enredaderas indeterminadas (con semillas productidas en varios meses). Se adapta mejor a 400-1500 mm de lluvia anual. Bien adaptado a regiones semi-áridas. Tolera mejor el calor, la sequía y acidez del suelo que el poroto común (Phaseolus Vulgaris). Poco tolerante a la salinidad del suelo. Requiere buen desagüe. Algunas variedades resisten bien los nematodos de "nudos de raíces". Hace buen heno. Las semillas maduran 60-200 días después de plantarlas siendo los tipos de arbustos los que maduran más temprano. V. sesquipedalis (poroto de yarda, poroto de espárrago) es una especie muy parecida que se cultiva mucho en Asia. Fácilmente forma nódulos.

II. Arbustos o Enredaderas Leguminosos Apropriados Para Uso a Largo Plazo (90 días o más)

Calopogonium Muconioides (Calopo): Trepadora perenne, vigorosa y de vida corta apropiada a áreas tropicales calientes y húmedas con más de 1500 mm de lluvia anualmente. No es muy comestible por el ganado pero pueden comerla durante la estación seca.

Clitoria Ternatea (Arveja de Mariposa): Muy tolerante a la sequía. Tiene hojas pequeñas y no cubre bien el suelo. Crece en América Central a nivel del mar.

Canavalia Ensiformis (Poroto Jack): Un arbusto anual semi-rígido de 60-120 cc alto; puede ser un escalador perenne; adaptado a una lluvia anual tan poca como 650-750 mm; bastante tolerante

a la sequía después de establecerse; tolera los suelos ácidos, resiste alguna inundación. Comestible para el ganado sólo cuando está seco y requiere introducción gradual a la dieta. Las hojas y vainas jóvenes se pueden comer después de cocinarlas. Las semillas secadas tienen mal sabor y tienen que mojarse y hervirse en agua salada por varias horas para ablandarse y quitar las toxinas; también se les puede secar las toxinas por fermentación. Produce vainas verdes inmaduras 90-120 días después de 180-300 días.

Canavalia Gladiata (Poroto Espada): Escalador perenne y vigoroso que alcanza 4-10 m de largo que se puede tratar como un anual. Crece mejor con 900-1500 mm de lluvia anualmente; después de establecerse es algo tolerante a la sequía. La mayoría de las variedades tienen poca o moderada tolerancia a la inundación. Tolerante a suelos ácidos. Comestibles para ganado solamente al secarse. Las vainas verdes inmaduras frecuentemente se usan como poroto verde en Asia; las semillas maduras contienen toxinas que requieren ser remojadas y hervidas pues tienen un sabor fuerte y una capa gruesa y dura.

Centrosema Pubescens (Centrosema; Centro): Una enredadera perenne, agresiva que trepa fácilmente. Es mejor para las áreas con más de 1000 mm de lluvia anualmente. Es tolerante a suelos ácidos y moderadamente tolerante al mal desagüe. Moderadamente comestible por ganado. La inoculación de las semillas se recomienda pues que su bacteria rhizobia es algo específico. Si las condiciones para plantar son buenas, las semillas se deben escarificar con agua caliente para asegurar la germinación uniforme. Algunas variedades pueden propagarse con trozos de tallos. Resiste al forraje moderadamente pesado.

Crotalaria spp.: La mayoría de las especies son arbustos erectos anuales o perennes que alcanzan 90-180 cm. El forraje verde, heno y ensilaje de C. juncea (cañamo de sunn) y C. spectabilis (crotalaria lujosa, matraca) son tóxicas para el ganado; las semillas de todos los tipos son tóxicas. Se adaptan mejor a suelos arenosos y áreas bien desaguadas.

Desmodium Intortum (Desmodium de Hoja Verde): Una enredadera perenne mejor adaptada a 900-1500 mm de lluvia anualmente. Tolerante a suelos ácidos y a la inundación. Muy comestible para ganado. Mejor como siembra de cubierta forrajada. Propagada por semillas o con trozos del tallo.

Desmodium Uncinatum (Desmodium de hoja plateada): Menos tolerante a la sequía e inundación que el de hoja verde, pero soporta mejor las escarchas leves. Excelente forraje. Mejor como una siembra de cubierta forrajada.

Dolichos Lablab (Poroto Lablab, Poroto de Jacinto): plantas vigorosas anuales o semestrales que dan buen forraje. Las flores, hojas y semillas secadas son comestibles por las personas. Adaptado a áreas con 500-2500 mm de lluvia anualmente; requiere buena humedad para establecerse. Tienen buena tolerancia a los suelos ácidos y toxicidad del aluminio, pero requiere buen desagüe. Crece bien donde crece caupí, pero resiste mejor a las enfermedades e insectos, aunque es susceptible a los nematodos. Las semillas maduran entre 150 y 200 días y son desusualmente grandes, haciéndolas ideales para las condiciones toscas del almádicgo. Compete bien con las malezas mientras se establece. Las semillas maduran a los 150-200 días después de la siembra. Soporta forraje rotativo, pero el ganado requiere tiempo para acostumbrarse a comerlo.

Indigofera Hirsuta (Indigo Peludo): Un arbusto anual que crece hasta 1,2 o 2 m. Adaptado a suelos ácidos, arenosos. Hace buen heno si se cosecha antes de tener 90 cm. Tiene un efecto supresor sobre los nematodos de los nódulos de las raíces, Fácilmente forma nódulos con la rhizobia del grupo de caupi.

Phaseolus Atropurpureus (Siratro): Un perenne con raíces profundas usado principalmente como forraje. Mejor adaptado a 750-2000 mm de lluvia, pero tiene buena tolerancia a la sequía. Requiere buen desagüe. Resistente a los nematodos Reacciona al estres perdiendo sus hojas. Fácilmente se establece por semillas; tambien se pueden usar trozos de tallos. Fácilmente forma nódulos con la rhizobia del grupo de caupi. Susceptibles a pudrición de los tallos del tipo Rhizoctonia en regiones con mucha lluvia.

Phaseolus Lathyroides (Poroto Fesi): Se auto-reproduce (mediante semillas caidas), en plantas rectas anuales o bianuales que eventualmente forman enredaderas. Mejor adaptado a áreas subtropicales con más de 150 mm lluvia. Bastante tolerante a inundaciones pero susceptible a nematodos. Tolerante a suelos ácidos infértiles. Comestible por ganado. Fácilmente forma nódulos con rhizobia del grupo de caupi.

Phaseolus Lunatus (Haba de Lima): Existen 2 grupos de habas de lima: arbustos rectos y enredaderas tropicales. Al contrario de los arbustos rectos, las enredaderas son especialmente bien adaptadas a condiciones calientes; húmedas y frecuentemente son la siembra leguminosa principal de las regiones húmedas de los bosques lluviosos de Africa y América Latina. También los tipos de enredaderas son fijadores eficaces de nitrógeno. Sin embargo, son susceptible a nematodos, tienen poca tolerancia a la sequía y no crecen bien con PH menores que 6,0. Las semillas, vainas inmaduras y las hojas se comen, pero algunas variedades (especialmente las que tienen semillas oscuras) tienen niveles tóxicos de acido hidrocianico en estas partes que tienen que ser sacadas mediante hervor y cambio del agua de cocción.

Pueraria Phaseolooides (Kudzu Tropical; Puero): Enredadera perenne, vigorosa con tallos hasta de 8 m. Mejor adaptada a lluvia amplia (más de 1500 mm). Tolerante a suelos ácidos y moderadamente tolerante al mal desagüe. Muy comestible por el ganado y resiste el pastoreo moderado; bastante tolerante a la sequía, se establece con semillas que se deben remojar por 24 horas o tratar con agua caliente. También se puede usar trozos de tallos. No debe ser confundido con el kudzu común (japonés), que es una especie subtropical mucho más agresiva.

Stizolobium spp (Sin Mucuna Pruriens) (Poroto Aterciopelado): Una enredadera trepadora vigorosa, anual o perenne, apropiada para forraje o estiércol verde/siembra de cubierta. Mejor adaptada a 1200-1500 mm o más de lluvia; no tan resistente a la sequía como el C. ensiformis. Crece desde el nivel del mar hasta 2000 m en los trópicos. Bien adaptable a suelos arenosos poco fértiles. Bastante tolerante a la acidez del suelo, pero requiere buen desagüe. Produce semillas en 180-270 días, aunque algunas variedades con madurez temprana requieren solamente 110-130 días. Las semillas no sirven como alimento de gallinas pero pueden usarse como 25% del alimento de cerdos. Las semillas que se comen las personas tienen que ser remojadas y hervidas para extraer una toxina. Las semillas tostadas y molidas se usan como sustituto del cafe. Algunas variedades tienen un polvo irritante en las vainas. Relativamente libre de ataques de insectos, pero es susceptible a algunas especies de nematodos de las raíces. Forma nódulos fácilmente con rhizobia del grupo de caupi.

Stylosanthes guyanensis (estilo): Un arbusto pequeño y perenne, que crece hasta 1,5m. Mejor adaptado a más de 900 mm de lluvia anual. Muy tolerante a la baja fertilidad y acidez de los suelos y reacciona bien al P añadido donde falta; sensible a la deficiencia de cobre. Tiene alguna tolerancia al mal desagüe. Buen forraje para ganado, pero menos resistente al pastoreo fuerte que el centro y el siratro. La comestibilidad varía, pero mejora al progresar el crecimiento. No es muy resistente a la sequía pero es restablece mediante las semillas auto-sembradas. Se establece con semilla que requiere escarificación. Todas las variedades, menos el Schofield, requieren una variedad específica de bacteria de rhizobia.

Stylosanthes Humilis (Estilo Townsville): Un arbusto que se auto-reproduce (mediante semillas caídas) anual o semestralmente cuyas ramas pueden alcanzar 90 cm de largo. Necesita por lo menos 600 mm de lluvia anualmente. Bien adaptado a fertilidad baja y un buen extractor de P. Necesita buen desagüe. Comestible por ganado y proporciona buen heno. Soporta bien el pastoreo.

III. Árboles y Arbustos Leguminosos Apropriados Para Estiércol Verde de Cortar-y-Llevar

CUIDADO: Algunas de las especies abajo como sesbania bispinosa, son agresivas y crecen rápidamente; pueden ser invasoras. Se debe usar especies nativas de comportamiento conocido cuando sea factible.

Cajanus Cajan (Arveja de Paloma): Arbusto perenne de vida corta, frecuentemente cultivado como anual pues que la rendición de semillas disminuye después del primer año. Se usa para estiércol verde de cortar-y-llevar, mejoramiento del suelo, forraje, leña para hacer fuego y semillas y vainas jóvenes comestibles. Tiene raíces profundas y es tolerante a la sequía. Mejor adaptada a 600-1000 mm de lluvia anualmente. Requiere buen desagüe. Tiene alguna tolerancia a la salinidad. Las semillas maduras se producen 100-250 días después de sembrar. Se puede cosechar por 2-3 años, pero después de este periodo su rendimiento disminuye rápidamente. Se puede mantener por 5 años como forraje o estiércol verde. Algunas variedades son susceptibles a los nematodos. Forma nódulos fácilmente con bacteria rhizobia del grupo del caupi.

Calliandra Calothyrsus (Calliandra): Un árbol pequeño (hasta 10 m de altura) usado para leña, control de erosión, rompevientos, estiércol verde de cortar-y-llevar y embellecimiento. Alcanza 2,5 - 3,5 m en 6-9 meses. Mejor adaptado a más de 1000 mm de lluvia anualmente, pero soporta varios meses de sequía. Algo tolerante al mal desagüe. Compite bien con malezas. Se regenera bien después de cortarse. Establecido por semillas o ramas largas que fácilmente forman raíces.

Leucaena Leucocephala (Leucaena, Ipil-Ipil): Arbol o arbusto de uso múltiple con raíces profundas, apropiado para estiércol verde de cortar-y-llevar. Mejor adaptado a áreas con elevación de menos de 500 m y con 500-2000 mm de lluvia. Requiere buen desagüe y un PH del suelo de 5,0 o más. Puede ser atacado gravemente por insectos de la familia psyllidae (piojos de las plantas). Crece lentamente al principio y es fácilmente destruido por malezas, termitas, hormigas o roedores. Empieza a crecer rápidamente después de algunas semanas y puede

alcanzar 4-6 m a los 12 meses. Su follaje vuelve a crecer rápidamente en 2-3 semanas. Sus hojas, que contienen mucha proteína, también contienen mimosina, que es tóxica a los no-rumiantes si se come mucho. Algunas variedades de leucaena con poca mimosina se han identificado. La inoculación con rizobio específica de leucaena se recomienda a veces. Sin embargo, la Academia Nacional de Ciencias dice que la inoculación de semillas no es normalmente necesaria aun cuando la leucaena se plante en áreas nuevas, especialmente si hay otros árboles leguminosos, como Calliandra, Gliricidia, Sesbania, y Mimosa. Sin embargo, variedades de rizobio específicas a la leucaena hay disponibles hoy en día. La escarificación de las semillas se necesita para la buena germinación debido a la cáscara dura de las semillas. Otros usos son: leña, semillas comestibles, postes, reforestación y cercas vivas. Puede ser una maleza agresiva.

Mimosa Scabrella: Arbol de crecimiento rápido que se usa para leña, embellecimiento, cercas vivas y estiércol verde de cortar-y-llevar. Puede crecer hasta 5 m en 14 meses. Es nativo de la savana subtropical fresca del sur-este del Brasil, pero puede crecer en áreas más tibias; es impedida por los suelos húmedos. Es buen fijador de nitrógeno.

Sesbania Bispinosa (Sesban Espinoso): Arbusto de hasta 4 m de altura, de crecimiento rápido, que puede producir leña en 6 meses. Buena tolerancia a la sequía, pero crece mejor con 550-1100 mm de lluvia y hasta 1200 m de elevación. Bien tolerante de los suelos salinos y alcalinos. Tolerante los suelos húmedos pero no las inundaciones largas. Comestible por el ganado. Apropiado para estiércol verde de cortar-y-llevar. Puede llegar a ser una maleza invasora debido a su producción abundante de semillas. Fácilmente forma nódulos con la rizobio del grupo de caupí.

Sesbania Grandiflora (Agati. katurai, Arbol de Arveja de la India Occidental): Arbol de hasta 10 m de altura, de crecimiento rápido. Usado para leña, reforestación, forraje, comida y estiércol verde de cortar-y-llevar. Se adapta mejor a más de 1000 mm de lluvia y a menos de 800 m de elevación. Adaptable a una amplia variedad de suelos; algo tolerante a la inundación. Muy susceptible a los nematodos. Las hojas jóvenes y flores grandes son verduras populares en Asia. Establecido por semillas. Fácilmente forma nódulos con rizobio del grupo de caupí.

Sesbania Sesban (Sesban): Arbusto de 4,5-6 m de altura, de vida corta y crecimiento rápido, usado para madera, forraje, comida y estiércol verde. Requiere 300-1000 mm de lluvia anual. Tolerante suelos ácidos y salinos e inundaciones periódicas. Es muy comestible por el ganado. Vuelve a crecer rápidamente después de cortarse. Las flores, semillas y hojas son comestibles por las personas; las semillas requieren ser puestas en remojo para remover una toxina muy usada en los trópicos como estiércol verde para arroz y debe ser tratado por lo menos 3 meses antes del trasplante. En áreas de doble cosecha de arroz, se puede entre-plantar durante la última etapa de la primera cosecha y luego ser usado como estiércol verde para la segunda cosecha.

APENDICE G

ALGUNAS FUENTES DE APOYO TECNICO

- * Los Institutos Internacionales de Investigaciones Agrícolas
- * Organizaciones Privadas y Voluntarias (OPV's)

I. Los Institutos Internacionales de Investigaciones Agrícolas

En los primeros años de 1960 las crecientes realidades del mundiales de falta de comida ayudaron a estimular el interés mundial en el dilema agrícola y nutricional enfrentado por los países en vías de desarrollo. Actualmente existen unos 9 institutos principales internacionales de investigaciones agrícolas que tratan de siembras alimentarias en países en desarrollo y 2 que tratan principalmente de ganado. La mayoría de ellos era patrocinada inicialmente por fundaciones internacionales como la Ford, Rochkefeller y Kellog. Sin embargo, en 1971 se formó el Consultive Group for International Agricultural Research (CGIAR) El Grupo Consultivo Para la Investigación Agrícola Internacional, para proporcionar apoyo económico amplio a estos institutos. El CGIAR es patrocinado juntamente por la (FAO), el Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento (BIRF), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Papel de los Institutos Internacionales

- * Realizar investigaciones multi disciplinarias orientadas al campo para desarrollar tecnologías destinadas a aumentar la producción.
- * Cooperar con los programas apropiados nacionales de mejoramiento de ganado y siembras en países en vías de desarrollo, incluyendo programas de entrenamiento; suministrar nuevas variedades para probar en el campo y proporcionan personal profesional.
- * Coleccionar y preservar material genético de ganado y siembra esenciales para el desarrollo de variedades y razas mejoradas.
- * Proporcionar programas de entrenamiento para egricultores de los países en desarrollo.

Debido a las muchas variaciones de los suelos, climaticas, plagas, etc, el desarrollo de tecnologías mejoradas apropiadas es una tarea muy específica del área que requiere una investigación por región en cada país. Lastimosamente, tales esfuerzos patrocinados por los

países mismos suelen ser la parte débil del sistema, pues frecuentemente carecen de capital suficiente y de personal competente.

Como Usar los Institutos Internacionales

Algunas Sugerencias:

- * Su primer paso debe ser pedir el folleto que describe las actividades del instituto. También debe pedir un catálogo de sus publicaciones. Estos institutos son una de las mejores fuentes de información actualizada sobre investigaciones y producción. Existen algunas guías excelentes para resolver problemas de siembras específicas como el maíz (CIMMYT), mijo/sorgo (ICRISAT), arroz (IRRI), y poroto/cazabe (CIAT). (Algunas de ellas se pueden obtener por intermedio del PC/ICE; vea el Apéndice H).
- * Los institutos no han sido establecidos para responder a preguntas sobre información general acerca de información sobre producción adecuada para su área específica. Funcionan con personal limitado.
- * Puede preguntar al Ministerio de Agricultura de su país cuáles son las investigaciones cooperativas que están realizándose con la ayuda de los institutos internacionales.
- * La mayoría de los institutos ofrecen cursos de entrenamiento de corta o larga duración que pueden ser muy valiosos para agentes de investigación y extensión en su país. Quizás usted podría ayudar a un técnico o agente de extensión local a obtener una beca o ayuda del Gobierno para tal entrenamiento.

Principales Institutos Internacionales de Investigación con Apoyo Económico de CGIAR

CIAT: El Centro Internacional de Agricultura Tropical concentra su actividad en poroto, cazabe, maíz, arroz y forrajes tropicales. Dirección: Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia, S.A.

CIMMYT: Centro Internacional Para el Mejoramiento del Maíz y del Trigo. Dirección: Londres 40, Apdo, Postal 6-641, Méjico, D.F.

CIP: El Centro Internacional de la Papa realiza investigaciones innovativas sobre la propagación de la papa, su almacenaje, prácticas alternativas de propagación (en vez del uso de trozos de semillas), adaptaciones a climas calientes y otras áreas. Dirección: CIP, Apartado 5969, Lima, Perú, S.A.

ICARDA: The International Center for Agricultural Research in Dry Areas enfoca el garbanzo, la arveja de paloma y otras siembras de tierras áridas. Dirección: P.O. Box 5466, Aleppo, Syria.

ICRISAT: The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics enfoca mijo, sorgo, maní, garbanzo y arveja de paloma. Recientemente ha establecido un centro Saheliano en Nigeria, oeste de Africa, para trabajar con mijo y maní. Dirección: Patancheru P.O., Andhra Pradesh, 502-324, India.

IITA: The International Institute for Tropical Agriculture enfoca maíz, pulsos, arroz y siembras de raíces y tubérculos. Dirección: P.M.B. 5320, Ibadan, Nigeria.

ILCA: The International Livestock Center for Africa trabaja principalmente en el área de integración de ganado y siembras, y así como en la cria de ganado. Dirección: P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia.

ILRAD: The International Laboratory for Research of Animal Diseases enfoca la erradiación de trypanosomiasis (enfermedad del sueño) y teleriosis. Dirección: P.O. Box 30709, Nairobi, Kenya.

IRRI: The International Rice Research Insitute desarrolló las primeras variedades semi-enanas de arroz de alto rendimiento en los años 1960. Ahora enfoca el desarrollo de tipos nuevos que requieren menos insumo. Dirección: P.O. Box 933, Manila, Philippines.

WARDA: The West Africa Rice Development Association trabaja para promover la auto-suficiencia de producción de arroz de 15 países de Africa Occidental. Dirección: P.O. Box 1019, Morovia, Liberia.

Centros Internacionales de Investigación no Apoyados por CGIAR

AVRDC: The Asian Vegetable Research and Development Center enfoca tomate, repollo chino, pimiento, batata, soja y poroto mung. Dirección: P.O.Box 42, Shanua, Tinan, 741, TAIWAN, República de China.

ICRAF: The International Council for Research on Agroforestry. Dirección: P.O.Box 30677, Nairobi, Kenya.

IRIWB: The International Research Institute for Winged Beans, Establecido recientemente en Sri Lanka. Dirección: no disponible.

NFTA: The Nitrogen Fixing Tree Association promueve el uso de árboles fijadores de nitrógeno por agricultores del Tercer Mundo para estiércol verde, control de erosión, leña y madera. La asociación anual cuesta U\$S10 en países desarrollados y U\$S 5 en el Tercer Mundo. Los socios reciben 2 revistas de investigación ("Leucaena Research Reports" y "Mitrogen Fixing' Tree Research Reports") 6-10 "NFTA Highlights" (enfocando especies de árbol) y 2 ediciones de "NFTA News. Otras publicaciones incluyen "Leucaena Wood Manual"

y "Leucaena Forage Manual". Dirección: P.O.Box 680, Waimanalo, Hawaii, U.S.A. 96795. Teléfono (808) 259-8685.

WINROCK INTERNATIONAL: Creado en el año 1985 a través de la unión del Internat. Agric. Devel. Service, el Winrock Internat. Livestock Research and Training Ctr., y el Agric. Development Council. Es activo en programas de investigación/extensión de ganadería y agricultura en todo el Tercer Mundo. Dirección Central: Route 3, Morrilton, AR, 72110, U.S.A.; Dirección en Washington: Rosslyn Plaza, 1611 N. Kent St., Arlington VA 22209, U.S.A.

II. ORGANIZACIONES PRIVADAS Y VOLUNTARIAS (OPV'S)

Varias OPV's proporcionan servicios muy buenos de apoyo técnico para esfuerzos de desarrollo agrícola de pequeña escala.

ECHO: The International Concerns for Hunger Organization, Inc. es una organización cristiana no denominacional que trabaja con misionarios agrícolas y otros obreros del desarrollo agrícola. ECHO activamente promueve la experimentación agrícola del campesino y la organización técnica. Publica Echo Development Notes (EDN) por lo menos cada trimestre, dando información técnica muy relevante sobre producción de ganado y siembras en pequeña escala. EDN también sirve como un intercambio muy valioso de información técnica e informa a sus lectores sobre referencias y fuentes de apoyo técnico útiles. EDN se manda a las oficinas del Cuerpo de Paz en cada país. Para otros activos en el desarrollo agrícola del Tercer Mundo, la suscripción es libre. Un juego de las ediciones desde 1981 cuesta U\$S 10, y bien lo vale. ECHO también mantiene un banco de semillas y manda paquetes pequeños para pruebas. Los visitantes son bienvenidos a su granja experimental modelo. Dirección: ECHO, RR2, Box 852, North Ft Meyers FL 33903, U.S.A.. Teléfono (813) 543-3246.

VITA: Volunteers in International Technical Assistance es una organización privada no comercial de desarrollo internacional que proporciona un número de servicios informativos y técnicos (por correo o con consultas en el sitio) que estimulan la auto-suficiencia. Las áreas principalmente enfocadas por VITA son agricultura, procesamiento de comida, energía renovable, suministro y sanitación de agua, viviendas, construcción y el desarrollo de micro-empresas. También publica una revista trimestral y una variedad de infomes, manuales y boletines técnicos. Dirección: VITA, 1815N. Lynn St., Suite 200, Arlington, VA 22209, U.S.A.

VECINOS MUNDIALES: Una organización no sectaria internacional de desarrollo que promueve el auto-abastecimiento a nivel del campesino, iniciativa de auto ayuda

utilizando líderes locale y voluntarios. Han dearrollado una colección impresionante de libros, manuales, películas y boletines sobre agicultura, salud, nutrición, planeamiento familiar y desarrollo de la comunidad. Estos materiales están disponibles en inglés, francés y español y están diseñados específicamente para comprensión por los campesinos del Tercer Mundo. Los vecinos Mundiales producen dos boletines de noticias: 1. World Neighbors in Action, un boletin trimestral para aprender a hacer, por U\$\$5 por año (precio para correo aéreo); 2. Soundings from Around the World, un intercambio semestral de comunicaciones que hace una revisión de los materiales de desarrollo de Vecinos Mundiales. Un catálogo de sus materiales está disponible a pedido. Dirección: World Neighbors, 5116 North Portland Ave, Oklahoma City, OK 73112, U.S.A.; Teléfono (405) 946-3333.

APENDICE H

BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIAS UTILES

NOTA: Los institutos internacionales de investigación listados en el Apéndice G tienen algunas referencias y guías excelentes para componer las siembras. El siguiente catálogo es una guía completa de sus publicaciones y cuesta aproximadamente U\$S10.

Publications on Internat. Agric. Research and Development, 1983, GTZ-CGIAR-IRRI, que se pueden obtener de Agribookstore, Winrock International, 1611 N. Kent St., Arlington, VA 22209, U.S.A.

DESARROLLO Y EXTENSION AGRICOLA

Africa in Crisis, L. Timberlake, 1985, Earthscan, 1717 Massachusetts Ave. NW, Washington, DC 20036.

Agricultural Extension, Manual M-18, PC/ICE, 1983.

Coming Full Circle: Farmers' Participation in the Development of Technology, P. Mation et al, 1984, que se pueden obtener de Agribookstore, Winrock International, 1611 N. Kent St., Arlington, VA 22209, U.S.A. U\$S12,15.

Planning Technologies Appropriate to Farmers,. D. Byerlee, 1980, que se pueden obtener de Agribookstore (dirección arriba). U\$S 7,60.

Two Ears of Corn, Roland Bunch, World Neighbors, 5116 N. Portland, Oklahoma City, OK 73112. 2da. Edición, 1985. Costo U\$S 7,50 más U\$S 0,50 correo regular y U\$S5 exterior aéreo). También obtenible por intermedio de PC/ICE como publicación AG-49.

AGROFORESTAL (Vea también Rompevientos)

Agroforestry in the Sahel: Fred Weber y Marilyn Hoskins, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1983. Disponible por intermedio de PC/ICE como publicación FC 125.

Agroforestry In-Service Training, PC/ICE abono T-16, 1984.

Casuarinas: Nitrogen-Fixing Trees for Adverse Sites, 1984, National Research Council. Se puede obtener de Nat. Academy Press, 2101 Constitution Ave., Washington, DC 20418, U.S.A. También por intermedio de PC/ICE como publicación FC46.

Forestry for Food Collection, Food and Agric. Org., Naciones Unidas, 1979. Reimprimido por PC/ICE como publicación FC35.

Leucaena: A Promising Forage and Tree Crop for the Tropics, 2da. edición, 1984, National Academy of Sciences, Se puede obtener por intermedio de Nat. Academy Press, 2102 Constitution Ave., Washington, DC 20418, U.S.A. También obtenible en PC/ICE como publicación FC15.

Proceedings of the Kenya National Seminar on Agroforestry, International Council for Research in Agroforestry, 1981. Se puede obtener en PC/ICE como publicación FC86.

Workshop in Agroforestry Systems in Latin America, CIAT, 1979, Reimprimido por PC/ICE como publicación FC87.

PRODUCCION DE SIEMBRAS Y FORRAJES

Siembras del campo (Referencia General)

Guide for Field Crops in the Tropics and Subtropics, USAID, 1976. Reimprimido por PC/ICE como publicación R-10

Handbook of Tropical Food Crops, Ed. por F. Martín, 1984. Trata de cereales, pulsos, siembras de raíces, verduras y frutas. CRC Press, 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431, U.S.A. U\$S9,40.

Traditional Field Crops, PC/ICE manual M-13. Trata de maíz, sorgo, mijo, caupi, porotos y maní.

SIEMBRAS DE CEREALES

A Farmer's Primer on Growing Rice, IRRI, 1979. Obtenible en UNIPUB, 345 Park Ave. S., New York, NY 10010, U.S.A.

Modern Corn Production, Aldrich and Leng, 2da edición, 1978. Obtenible en Thompson Publications, Box 9335, Fresno, CA 93791, U.S.A.

Perl Millet, Rachis y Majmudar, Penn. State University, 1980.

Training Manual for Rice Production, IRRI, 1976. Obtenible en UNICEF, 345 Park Ave. S., New York, NY 10010, U.S.A.

Legumbres (Para comida)

Food Legumes, Crop and Product Digest N0. 3, 1979; Tropical Products Institute, 56/62 Gray's Inn. Rd., London WC1X8LU, U.K. También disponible por intermedio de PC/ICE como publicación AG85.

Modern Soybean Production, Scott y Aldrich, 1979, Thompson Publications, Box 9335, Fresno CA 93701, U.S.A.

Tropical legumes; Resources for the Future, 1979, National Academy of Sciences; Printing and Publishing office, 2101 Constitution Av., Washington, DC 20418, U.S.A. También obtenible por intermedio de PC/ICE como publicación AG21. Trata de siembras leguminosas de raíces, pulsos, frutas y árboles.

The Winged Bean: A High-Protein Crop for the Tropics, 1981, Nat. Academy of Sciences; Disponible a través del Nat. Academy Press, 2101 Constitution Ave., Washington, DC 20418, U.S.A.

HORTICULTURA MEZCLADA Y ARBOLES FRUTALES

Handbook of Tropical Fruits and Spices, H. Bittenbender, 1984, Dept. of Horticulture, Michigan State Univ., East Lansing, MI 48824, U.S.A.

The Propagation of Tropical Fruit Trees, R. Garmer, 1976, Commonwealth Agric. Bureau, Central Sales, Farnham Royal, Slough, SL2 3BN, U.K. Costo; U\$S 32,75 más U\$S 12 correo aéreo extranjero. Disponible sin costo por intermedio de PC/ICE como publicación FC111 solamente un ejemplar a oficina/centros de recursos del Cuerpo de Paz.

Techniques and Plants for the Tropical Subsistence Farm, 1980, Mayaguez Institute of Tropical Agric., P.O.Box 70, Mayaguez, Puerto Rico 00708. Obtenible como PC/ICE publicación AC40.

Tropical Horticulture for Secondary Schools, Book Two, PATS Educational Foundation of Micronesia, P.O. Box 39, Ponape, Ista Carolinas 96941. Contiene secciones sobre banana, coco y árbol de pan.

The UNICEF home Gardening Handbook, P. Sommers, 1981, UNICEF, Naciones Unidas. Disponible como PC/ICE publicación AG66.

FORRAJES

A guide to Better Pasture for the Tropics and Sub-Tropics, 4ta. edición, L.R. Humphreys, 1980. Obtenible por aproximadamente U\$S 5 a través de Public Sales Officer, Tropical Grassland Society of Australia, 306 Carmody Rd., St. Lucia, Queensland 4067, Australia. Trata del manejo de tierra de forraje/pasto y de legumbres específicas para forrajes.

Better Pastures for the Tropics, 1975, Arthur Yates and Co., P.O.Box 72, Revesby, NSW 2212. Australia. U\$S5. Trata del manejo de forrajes y pastos y legumbres específicas para forrajes.

SIEMBRAS DE RAICES

Cassava Cultural Practices, 1980, Internat. Devel. Research Center, P.O. Box 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9.

Tropical Horticulture for Secondary Schools, Book Two, PATS Educational Foundation of Micronesia, P.O. Box 39, Ponape, Islas Carolina 96941. Contiene secciones sobre batata, ñame, taro y cazabe.

Tropical Root Crops: Production and Uses in Africa, 2da. Symposium of the Internat. Soc. for Tropical Root Crops, Obtenible en Agribookstore, Winrock International, 1611 N. Kent St., Arlington, VA 22209, U.S.A. U\$S 15,00.-

VERDURAS

All About Tomatoes, Ortho Books, 1981, Chevron Chemicla Co., 575 Market St., San Fransisco, CA 94105, U.S.A.

Amaranth: Modern Prospects for an Ancient Crop, 1984, Nat., Research Council; obtenible en la Nat. Academy Press, 2101 Constitution Ave., Washington, DC 20418, U.S.A.

Gardening for Better Nutrition, A. Pacey, 1978, Intermediate Technology Publications, 9 King St., London WC2E 8HN, U.K. Obtenible por intermedio de PC/ICE como publicación AG74.

Getting the Most from Your Garden, 1980, Rodale Press, Emmaus, PA 18049, U.S.A. También disponible como PC/ICE, publicación AG75 solamente a oficinas/centros de recursos del Cuerpo de Paz.

Growing Vegetables in Fiji, Kirk Dahlgren, 1982, 120 pp. Disponible como reimpresión de ECHO, RR No.2, Box 852, NOrth Ft. Meyers, FL 33903, U.S.A. U\$S4,00 por copia más correo (\$1,00 extranjero, \$3,50 extranjero aéreo).

Guide to Vegetables and Fruits, 1982, Rodale Press, Emmaus, PA 18049, U.S.A.

Handbook of Tropical Vegetables, H. Bittenbender, 1983, Dept. of Horticulture, Michigan State Univ., East Lansing, MI 48824, U.S.A.

Knott's Handbook for Vegetable Growers, Lorenz and Maynard, 2da. edición, 1980, John Wiley and Sons, New York. Obtenible por intermedio de PC/ICE.

Tomatoes in the Tropics, R. Villareal, 1980, Westwiew Press, Boulder, Colorado. También obtenible en Agrobokstore, Winrock International, 1611, N. Kent St., Arlington, VA 22209, U.S.A.

Tropical Horticulture for Secondary Schools, Book One, 2da edición, 1975, P.E.A.C.E. Foundation, 40 E. 49th. St. New York, NY 10017. Obtenible como PC/ICE publicación AG86.

Tropical Leaf Vegetables in Human Nutrition, Domen & Grubben, 1977, Koninklijk Instituut voor de Tropen, Amsterdam, the Netherlands. Obtenible como PC/ICE publicación AG88.

Vegetable Growing Handbook, W. Splittstoesser, 1979, AVI Publishing Co., Westport Connecticut, U.S.A.

Vegetables for the Hot-Humid Tropics, Martin, 1978, Mayaguez, Tropical Agric. Research Services, P.O. Box 70, Mayaguez, Puerto Rico 00708, U.S.A. Obtenible por intermedio de PC/ICE como publicación AG 140. Trata de amaranto, chaya, berenjena, pimiento, quingumbo y poroto alado.

Vegetables in the Tropics, H. Tindall, 1983, AVI Publishing Co. Obtenible sin costo por intermedio de PC/ICE como publicación AG29, solamente por oficinas/centros de recursos del Cuerpo de Paz.

RIEGO

Drip Irrigation, Publication 2740, Univ. of Cal. Agr. Expt. Station, obtenible por intermedio de ANR Publications, Univ. of California, 6701 San Pablo Ave., Oakland, CA 94608-1239. U\$S1,00.

Drip Irrigation Management, Publication 21259, Univ. of Cal. Agr. Expt. Station, dirección la misma que arriba. U\$S3,75.

Improving Irrigated Agriculture, World Bank Staff Working Paper No. 531, World Bank, 1818 H St. N.W., Washington DC 20433, U.S.A.

Irrigation Principles and Practices, PC/ICE manual R-5, 1969.

Small Scale Irrigation, Peter Stern, International Technology Publications, Ltd., dirección desconocida.

Las siguientes 4 publicaciones se pueden obtener del Water Management Synthesis Project, University Services Center, Colorado State University, Ft. Collins, CO 80523, U.S.A.

Land Levelling Planning Guide No. 1, D. Lattimore, 1981.

Small Farm, Self-Help Irrigation Projects, Planning Guide No.5, Embry & Adams, 1983.

Water Management on Small Farms: A Training Manual for Farmers in Hill Areas, Instructor guide, L.J. Salazar, 1983.

Water Management on Small Farms: A Training Manual for Farmers in Hill Areas: Instructors Guide, L.J.Salazar, 1983.

CONSERVACION DEL SUELO, ROMPEVIENTOS

Conservación General del suelo

A Manual on Conservation of Soil and Water, USDA, 1954. Disponible como reimpression R-38 del PC/ICE.

Conservation in Arid and Semi-arid Zones, F.A.O. Conservation Guide No. 3, 1976. Disponible como publicación FC02 del PC/ICE.

Manual of Reforestation and Erosion Control for the Phillipines, Publicada por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica, 1976, pero disponible como reimpression de PC/ICE.

ROMPEVIENTOS (Vea también Agroforestal)

Agroforestry in the Sahel, Fred Wever and Marilyn Hoskins, Virginia Polytechnic Institute and State Univ., 1983. Disponible como publicación FC125 del PC/ICE.

Conservation in Arid and Semi-Arid Zones, en la lista figura bajo Conservación del suelo.

Environmentally Sound Small-Scale Forestry Projects, CODEL/VITA, 1983. Disponible como publicación FC123 del PC/ICE.

Eucalypts for Planting, Forestry Servies No. 11, Food and Agriculture Org., Naciones Unidas, 1979. Disponible sin costo como publicación FC122 del PC/ICE solamente por oficinas/centros de recursos del Cuerpo de Paz.

Firewood Crops, Vols, I y II, Nat. Acad. oof Sciences, 1980. Disponible como publicaciones FC42 y FC 45 del PC/ICE.

Reforestation in Arid Lands, PC/ICE Manual M-5, 1976. Disponible en inglés o francés.

MANEJO DEL SUELO Y USO DE FERTILIZANTES

Hunger Signs in Crop, H. Sprague, 1979, DAvid McKay Co., New York, U.S.A.

The Nature and Properties of Soils, N. Brady, 8th. Ed., 1974, Macmillan Pub. Co., New York, U.S.A.

Organic Farming: Current Technology and its Role in a Sustainable Agriculture, Amer. Soc. of Agronomy Special Pub. No. 46, 1984, Amer. Soc. of Agronomy, 677 S. Segoe Rd, Madison, Wisconsin 53711, U.S.A.

Southern Gardener's Soil Handbook, W. Peavy, 1979, Pacesetter Press, Box 2608, Houston TX 77001, U.S.A.

Western Fertilizer Handbook, 1982, Interstate Printers and Publishers, Danville, IL 61832, U.S.A. Disponible como publicación AG44 del PC/ICE.

INDICE

Abonando en cestos, 159-160
 Anono y abonando, 149-160
 aeróbico vs anaeróbico, 144
 hoyos vs montones, 156
 Acidez (vea también PH)
 activa vs reserva, 286
 Acidificación por Fertilizantes, 185/6
 Actinomicetes, 10
 Aeróbico vs Anaeróbico, 144
 Agricultura mezcladas, 135/6
 Agricultura regenerativa, 136/7
 Agroforestal,
 Agua
 cantidad requerida por siembras, 84
 disponibles vs no, 20
 nivel de, 24
 Alcalinidad, problemas de, 294-304
 del mar, 140
 verde-azul, 10
 Almacigos
 hundidos, 64/7
 levantados, 64/6
 planos, 64
 y pasadizos, sistema de, 70/2, 232
 de viveros, 271
 Aluminio, toxicidad del, 99, 256/7, 284
 Amoniac (vea también nitrógeno)
 agua amoniacal, 180
 anhídrido, 180
 Amonio, 96, 104
 Aniones, 95
 Aplicación al lado (vea nitrógeno)
 Aplicación, métodos (vea
 fertilizantes, métodos de ap.)
 Arado de discos, 62
 Aradi de molinetes, 62
 Arcilla (s)
 carga negativa, 4
 de óxido acuoso, 5
 de silicato, 5
 temperatura vs tropical, 5
 Arena, 3, 18
 Arroz, 247-252
 etapas de crecimiento, 248
 Aserrín, 138
 Azolla, 10, 249-250
 Azotobacteria, 10
 Azufre, 111
 aplicándole, 184, 310
 deficiencia de, 314
 fertilizantes de, 184, 310
 Bacteria rhizobia, 10, 254/6
 grupo de inoculación, 254
 Banana, 273/4
 Bandas superficiales de
 fertilizantes, 199
 Batatas, 267/8
 Biogas, 145
 Boro, 112, 113, 211, 257, 260/1, 270, 295,
 316
 C-4 plantas (vea fotosíntesis)
 Cajones de semillas, 77
 Cal, adición al suelo, 284
 demasiado, 292/3
 dosis, 290
 materiales para, 287/8
 pruebas de, 291
 Cal hidratada, 288
 Cal quemada (viva), 288
 Calcio, 101, 110, 228, 313/4
 deficiencia de, 288
 Caolina, 5
 Capa de arcilla, 26, 68
 Capa dura, 26, 68
 Capacidad de intercambio de
 cationes (C.I.C.), 96/7
 Capa superior del suelo, 2/3
 Carbono/nitrógeno, proporción, 156
 Carga negativa del suelo, 4, 5, 95
 Cáscara del arroz, 77, 138
 Cationes, 96
 Caupi, 258, 319
 Cavando doble, 72/5
 Cazabe (mandioca), 263/4

Celatos, 184
 Cenizas de madera, 140, 288
 C.I.C. (Vea capacidad de intercambio de cationes)
 Cloruro de potasio, 183, 189
 Cobre, 112, 210, 270, 317
 Colocación localizada, 196
 Color (vea suelo)
 Condición física (vea suelo)
 Consumo de lujo de K, 109
 Cortar-y-quemar, 134
 Crotalaria, 162, 166, 320
 Cubiertas del suelo, 18, 33, 169-171
 Cultivo
 alternado (vea cortar-y-quemar)
 Curvas de contorno (nivel),, 39
 Demostraciones de fertilizantes, 126
 Deshidritificación, 105, 251
 Desagüe del suelo, 22/6, 78
 por azulejos, 25
 Diseminando, 193/6
 Dicotiledóneas, 69
 Dolomita, 289
 Enfermedad de hongo foliácea, 79
 Equilibrio de nutrientes (vea nutrientes)
 Erosión del suelo
 manejo de, 28-60
 por lluvia, 28-33
 por viento, 54
 Escoria básica, 183
 Esqueleto A, 41
 Estiércol, 141/9
 almacenaje de, 144
 aplicación de, 145
 "caliente" vs "frio", 142
 contaminación por nitrato, 147
 salud, problemas con, 146
 te de, 147/9
 valor nutritivo, 142
 Estiércol verde, 161/9, 318/24
 cortar-y-llevar, 168
 toxicidad, problemas de, 167
 Transpiración, 79
 Factores limitantes, 218/9
 Fango, 145
 Fertilizantes "completos", 174
 Fertilizantes, aplicación de
 aplicación lateral, 201/2, 242, 272
 bandas, 197/8
 bandas superficiales, 198
 diseminando, 193/6
 hoyo, 200
 rocíos foliáceas, 203/4
 semicírculo, 200
 Fertilizantes orgánicos
 abono, 149/60
 alga del mar, 140
 cenizas de madera, 140, 288
 cubiertas del suelo, 18, 169/72
 estiércol, 141/9
 estiércol verde, 161/9, 318/24
 fango, 145
 hueso molido, 139
 pepinos de mar, 140
 pezcado molido, 139
 piedra fosfata, 140
 químicos vs orgánicos, 128/33
 te de estiércol, 147/9
 vs condicionadores del suelo, 138
 Fertilizantes químicos
 acidificantes, 185
 aplicación, método de, 191-204
 color como guía de, 174
 componiendo recomendaciones, 212/6
 conversión de peso-volumen, 236/7
 efecto sobre cualidad de comida, 130/1
 efecto sobre PH del suelo, 185
 foliáceas, 173/4, 203/4
 líquidos, 173/4
 mezclándoles, 226/9
 vs orgánicos, 128/33
 Fijación de nitrógeno (vea nitrógeno)
 Filtración, 95, 105
 fertilizándolos, 279/81
 pasto, 280/1
 pasto/legumbres, 281

Fosfato bi-amoniaco, 182
 Fosfato de amonio, 120, 320
 Fosfato mono-amoniaco 180
 Fósforo, 106/8, 133
 aplicándolo, 191/2, 194/6
 deficiencia de, 312
 fertilizantes de, 106, 181/3
 fijación, (retención) de, 107, 193/4
 insoluble, 181
 retención temporal del, 107
 soluble en agua, 181
 soluble en citrato, 181
 Fotosíntesis, 93/4
 planta C-4, 94
 Ganado, 136, 283
 Hambre, señales de, 126/7, 311/7
 Hierro, 101, 112
 deficiencia de, 249, 270, 315
 Humus, 6
 Inoculación de legumbres, 254/6
 Iones, 95
 Ipil-ipil, (vea leucaena)
 Huertas intensivas, 70/2, 232
 K₂O, 175/6
 Labranza, 61/3, 67/8
 Labranza mínima, 67
 Laterite, 6
 Legumbres 10, 103, 166, 318/24
 Leucaena, 51, 136, 323
 Ley de ganancia disminuyente, 206/7
 Lombrices de la tierra, 171/2
 Macronutrientes, 101
 Nacroporos, 20
 Magnesio, 101, 183/4, 210, 211/2
 deficiencia de, 260, 314
 Maíz, 238, 244
 Malesas, 146, 219, 283
 Mandioca (vea cazabe)
 Manganeso, 210
 deficiencia de, 212/63, 315/6
 toxicidad de, 99, 284
 Mango, 277
 Maní, 258/61
 Margas, 16
 Matemáticas de fertilizantes, 220/6
 Materia orgánica, 7, 9
 Mezclando fertilizantes, 226/9
 Mycorrizae, 9, 140
 Microbios, 9
 Micro depósitos de agua, 90
 Micronutrientes, 101, 141/9
 deficiencias de, 112, 270
 dosis, 210/1
 toxicidades de, 99, 112
 Microporos, 20
 Mijo, 246/7
 Molibdeno, 101, 211, 262, 284, 316/7
 deficiencia de, 270, 316/7
 necesidad de rhizobia, 262
 Monocotilidóneo, 69
 Mateado del subsuelo, 24
 Murallas contra erosión, 36
 Mematodos, 7, 256
 Nitrato, 104
 Nitrato de amonio, 178/9, 236, 310
 Nitrato de potasio, 183
 Nitrato de sodio, 180
 Nitrógeno, 102/6
 amoniacal, pérdidas de, 144/5, 150, 152, 178
 amoniacal, forma de, 101, 104
 aplicándolo, 190
 aplicándolo lateralmente, 201/2 150, 182, 178
 deficiencias de, 211/2, 311/2
 fertilizantes de, 178/81
 fijación de, 10, 96, 103, 253
 filtración de, 95, 104, 190, 251
 papel de, 102
 sujetándose, 138
 Nitrosaminos, 131
 Nódulos, formación de, 253/4
 Nutrientes
 macronutrientes, 101

micronutrientes, 101
 papel de, 94
 Oxisoles, 6
 P₂O₅, 175/6
 Paja de arroz, 149, 158
 Papas, 265/6
 Paquete de métodos, 217/8
 Pasadizos, cultivo de, 136, 168
 Pastos, 45
 Pepinos de mar, 140
 Pezclado molinado, 139
 PH (vea suelo)
 Piedra caliza, 99, 288
 Piedra fosfata, 139
 Plomo, contaminación por, 140
 Poroto, 256/8
 Poroto mungo, 166, 168, 319
 Potasio, 108/10
 aplicándolo, 192
 deficiencias de, 313
 fertilizantes de, 183
 papel de, 108
 Profundidad (vea suelo)
 Pruebas de fertilizantes, 124/6
 Pruebas de suelo. 114/26. 285
 Pruebas de tejidos, 114/26
 Pulsos (lebumbres de granos), 252/63
 Quemadura por fertilizantes, 187/90
 Raíces y su profundidad, 82
 Rendiciones, efectos de 240
 fertilizantes sobre, 211/2
 Riego, 78/91, 201/3, 297/8, 334/5
 cantidad requerida, 83/4
 frecuencia 85/6
 por goteo, 91
 y tiempo del día, 79
 Rompevientos, 55/60
 Salinidad, 298/301, 249/304
 S.A.L.T. método contra erosión, 49/ 51
 Sembrar en bandas, 33/4
 Sembrar por contorno, 33
 Sequía, tolerancia de, 81
 Siembra de cubierta, 161/8, 318/24
 Sodio, 295
 Soja, 261/3
 Solución iniciadora, 272
 Sorgo, 244/6
 Sorgo/pasto sudan, 245/6, 299
 Subsuelo, 73
 Suelos
 arenosos, 16, 18
 capacidad par almacenar agua, 20, 22
 color de, 10, 24
 compactación de, 63
 acondicionadores de, 138
 condición física, 19
 conservación de, 28/60
 costras, 76
 desagüe, 22/6, 294, 300
 Suelo (continuación)
 erosión de, 28/60
 formación de, 1/2
 pendiente de, 27/8
 PH de, 98/101, 285
 probando, 114/26, 284
 profundidad, 26/7
 salinos, 295
 salinos-sódicos, 295
 sódicos (alcalinos negros),
 textura de, 13/5
 tropicales, 5/6
 Sulfato de amonio, 179, 225, 310
 sulfato de potasio, 174, 183
 Superfosfato, 182
 Te de abono, 149
 Terrazas, 36, 51/3
 Textura (vea suelo)
 Transpiración, 79
 Urea, 173, 225, 310
 pérdida de amoniaco, 179
 Verduras, 78/91, 268/73
 Vitamina A, 130/1, 268, 273
 Vitamina C, 130/1, 268, 273
 Yeso, 183, 260, 288, 298, 299
 Zinc, 210, 270
 Deficiencia de, 270, 315

