

## DOCUMENT RESUME

ED 307 476

CE 052 603

AUTHOR Leonard, David  
TITLE Cultivos Tradicionales (Traditional Field Crops).  
Appropriate Technologies for Development. Peace Corps  
Information Collection & Exchange Manual Series No.  
M-35.  
INSTITUTION TransCentury Corp., Washington, D.C.  
SPONS AGENCY Peace Corps, Washington, DC. Information Collection  
and Exchange Div.  
PUB DATE Dec 81  
CONTRACT 79-043-0129  
NOTE 548p.; Translated by Elizabeth J. Carico. For an  
English version, see ED 241 773. For a French  
version, see CE 052 593.  
PUB TYPE Guides - Classroom Use - Guides (For Teachers) (052)  
-- Translations (170)  
LANGUAGE Spanish  
EDRS PRICE MF02/PC22 Plus Postage.  
DESCRIPTORS \*Agricultural Education; \*Agricultural Production;  
Agricultural Skills; Agronomy; Annotated  
Bibliographies; Developing Nations; \*Extension  
Agents; Extension Education; Fertilizers; \*Field  
Crops; Foreign Countries; French; Guidelines;  
Harvesting; Herbicides; Horticulture; Land Use;  
Measurement; Pesticides; Pests; Postsecondary  
Education; \*Rural Development; Rural Education; Soil  
Conservation; Soil Science; Vocational Education;  
Volunteers; \*Volunteer Training  
IDENTIFIERS Peace Corps

## ABSTRACT

Written in Spanish, this manual, which deals with traditional field crops, is primarily designed to help Peace Corps volunteers develop and strengthen their agricultural skills. The focus of the manual is on surveying and interpreting local agricultural environment and individual farm units, developing agricultural extension techniques and practices, and providing basic hands-on and technical skills for extension workers in operations from farm land preparation through harvest. Covered in the individual chapters of the guide are the agricultural environment; reference crops; planning and preparation; soil fertility and management; pest and disease control; and harvesting, drying, and storage of crops. Appendixes to the manual include a list of common units of measurement and conversion; guidelines for conducting field trial result tests and demonstration plots, structural analysis, and soil samples; directions for using pesticides and herbicides; suggestions for troubleshooting common crop problems; lists of hunger signs in reference crops; and a discussion of planting skills for field extension workers. Concluding the manual are a glossary, a four-page bibliography, and a list of six references. (CML)

## INFORMATION COLLECTION & EXCHANGE

Peace Corps' Information Collection & Exchange (ICE) was established so that the strategies and technologies developed by Peace Corps Volunteers, their co-workers, and their counterparts could be made available to the wide range of development organizations and individual workers who might find them useful. Training guides, curricula, lesson plans, project reports, manuals and other Peace Corps-generated materials developed in the field are collected and reviewed. Some are reprinted "as is"; others provide a source of field based information for the production of manuals or for research in particular program areas. Materials that you submit to the Information Collection & Exchange thus become part of the Peace Corps' larger contribution to development.

Information about ICE publications and services is available through:

Peace Corps  
Information Collection & Exchange  
Office of Program Development  
806 Connecticut Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20526



Add your experience to the ICE Resource Center. Send materials that you've prepared so that we can share them with others working in the development field. Your technical insights serve as the basis for the generation of ICE manuals, reprints and resource packets, and also ensure that ICE is providing the most updated, innovative problem-solving techniques and information available to you and your fellow development workers.

# Peace Corps

# Cultivos Tradicionales

Autor:

DAVID LEONARD

Editores:

MARILYN CHAKROFF

NANCY DYBUS

Ilustradora:

MARILYN KAUFMAN

Traductora:

FLS, INC.

ELIZABETH J. CARICO

Esta publicación fue producida  
para el Cuerpo de Paz  
por TransCentury Corporation,  
Washington, D.C.

Cuerpo de Paz  
La Oficina Para la Colección y el Intercambio de Información  
Tecnología Apropriada Para el Desarrollo

CULTIVOS TRADICIONALES  
Diciembre 1981

Preparado para el Cuerpo de Paz por  
TransCentury Corporation  
bajo el Contrato No. 79-043-0129

Traducido por Elizabeth J. Carico  
FLS, Inc.  
bajo el Contrato No. RFP-PC-85-20

Asequible por medio de  
Cuerpo de Paz,  
Oficina Para la Colección y el Intercambio de Información  
806 Connecticut Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20526

## DESCRIPCION DEL MANUAL

El manual Cultivos Tradicionales está diseñado para ser un método de adiestramiento y una referencia útil para Voluntarios del Cuerpo de Paz trabajando en programas de mejoramiento de cosechas para los pequeños agricultores que cultivan el maíz, el sorgo, el mijo, los cacahuets, los frijoles, y las arvejas de vaca (caupí). Aunque está escrito en lenguaje simplificado para el no-especialista, este manual contiene mucha información que puede ser útil para los agrónomos, planificadores, e instructores.

Específicamente diseñado para ayudar a los Voluntarios a desarrollar y reforzar los conocimientos agrícolas que necesitan para una labor exitosa con los cultivos de referencia, este manual se concentra en las siguientes áreas:

- Inspeccionar e interpretar el medio ambiente agrícola local y las estancias individuales
- Desarrollar técnicas y prácticas de extensión agrícola
- Proveer adiestramiento técnico básico para los extensionistas en todos los aspectos desde la preparación de la tierra arrendable hasta la cosecha, incluyendo la resolución de problemas rutinarios.

Para lograr ésto, el manual ofrece un resumen de las recomendaciones actuales de producción de cultivos bajo varias condiciones de clima, tierras, manejo, y capital; identifica referencias útiles y otras fuentes técnicas, incluyendo información sobre la modernización de enseres para la producción de los cultivos del pequeño agricultor; recopila los adelantos más recientes de investigaciones y proyectos de extensión que tratan del mejoramiento de los cultivos de referencia con énfasis especial en el papel de institutos internacionales de cultivos. Los nombres científicos se usan con los nombres comunes para evitar confusión puesto que un nombre común puede referirse a varias especies.

## Datos sobre el autor

David Leonard ha estado asociado con el Cuerpo de Paz varias veces en los últimos diez y ocho años. Comenzó su carrera con un grado universitario B.A. general (Historia), sirvió de Voluntario de extensión agrícola en Guatemala por los años 1963-65 y de allí sacó su grado avanzado Master of Agriculture en agronomía de la Universidad del Estado de Oregón, (Oregon State) en 1967. Desde entonces ha servido como instructor agrícola para 35 grupos de Voluntarios del Cuerpo de Paz con destinaciones en Latinoamérica, Africa, y Asia. También cultivó maíz, papas, y cacahuets por tres años en una hacienda de 120 hectáreas en Australia.

## Reconocimientos

Deseo expresar un reconocimiento especial al Sr. John Guy Smith de Washington, D.C. por su asistencia en la planificación de este manual y por el permiso para usar materiales de varias de sus publicaciones. Nadie tiene mejor conocimiento de las realidades de la agricultura en pequeña escala y del desarrollo y la introducción de prácticas agrícolas beneficiosas.

También debo gracias al personal de TransCentury, Paul Chakroff, Marilyn Chakroff y Nancye Dubus por su ayuda editorial; a Marilyn Kaufaman por sus ilustraciones magníficas y a Cade Ware por su mecanografía y plan excelentes del documento final.

# Contenido

	<u>Página</u>
Descripción del Manual	i
Datos Sobre el Autor	iii
Reconocimientos	v
Contenido	vii
1. Introducción	1
2. El Medio Ambiente Agrícola	11
3. Una Introducción a los Cultivos de Referencia	47
4. La Planificación y la Preparación	125
5. La Fertilidad del Suelo y el Manejo	189
6. El Control de Plagas y Enfermedades	245
7. La Cosecha, el Secamiento y el Almacenamiento	383
 <u>Apéndices</u>	
A. Medidas y Conversiones	425
B. La Elaboración de una Prueba de Resultados	427

C. La Elaboración de una Demostración de Resultados	433
D. La Elaboración de un Análisis Estadístico Elementario	439
E. La Conversión de Rendimientos de Siembras Pequeñas	445
F. Como Hacer Muestras del Suelo	449
G. Las Señas de Deficiencias de Nutrimientos en los Cultivos de Referencia	453
H. Unas Leguminosas Misceláneas	463
I. Como Reconocer los Problemas Comunes de los Cultivos de Referencia	471
J. Las Pautas para el Uso de Pesticidas	477
K. Las Pautas para la Aplicación de Herbicidas con Pulverizadores	507
L. Los Conocimientos y las Capacidades Importantes Sobre los Detalles de la Siembra para los Extensionistas	515
Glosario	525
Bibliografía	527
Referencias	531
Las Fuentes de las Ilustraciones	533
Indice	537

# 1. Introducción

Entre 1961 y 1975 la producción total de comestibles en países en desarrollo aumentó 47 por ciento. Este crecimiento aparentemente impresionante se redujo a sólo 10 por ciento en términos de producción comestible por persona en vista al rápido crecimiento de población. En más de 50 por ciento de los países en desarrollo la producción per capita de granos fue menos en 1979 que en 1970. Actualmente, casi dos tercios de toda la población son considerados malnutridos. <sup>1</sup>

Abastecimientos mundiales actuales de alimentos comparados con requerimientos dietéticos muestran un déficit pequeño en papel pero la situación en realidad es mucho más grave por dos razones:

- Los abastecimientos de comestibles están distribuidos desproporcionadamente entre países, grupos de diferentes entradas, y aún entre miembros de la misma familia. Porque la cantidad y calidad de alimentación está fuertemente unida al nivel económico, el aumento de producción de comestibles

---

<sup>1</sup> Los datos de población y alimentación se basan en datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (Food and Agricultural Organization, FAO).

por persona tendrá poco efecto sobre el hambre y la malnutrición si no está acompañado por un mejoramiento en la posición económica de los desamparados del mundo.

- Las pérdidas de comestibles pos-cosecha de cereales y leguminosas (los frijoles secos, los cacahuetes, etc.) mediante el procesamiento y el almacenamiento se estiman conservativamente en el 10 por ciento mundialmente, pero pérdidas de 20 por ciento son comunes en los países en desarrollo.

La vista del futuro da poco optimismo. Una investigación hecha por las Naciones Unidas en 1974 pronosticó que en los próximos 30 años la población va a aumentar 26 por ciento en los países desarrollados, y 62 y 119 por ciento en los países subdesarrollados. La investigación concluyó que si la dirección actual de producción de alimentos continua su mismo curso en las naciones en desarrollo, éstas necesitarán cinco veces más en grano importado entre 1970 y 1985. Además del problema del financiamiento de estas importaciones, queda en duda que los exportadores principales puedan satisfacer estas necesidades.

Es improbable que los países en desarrollo puedan aumentar su producción de alimentos con suficiente rapidez durante esta década para llegar al propio sostenimiento. Pero la deficiencia de alimentos puede disminuir si estos países reforzan sus prácticas de mejoramiento de cultivos e introducen nuevas técnicas a ambos los agricultores grandes y a los de pequeña escala.

EL AGRICULTOR DE PEQUEÑA ESCALA  
Y EL DESARROLLO AGRICOLA

La mayoría de agricultores en los países en desarrollo cultivan en pequeña escala. No obstante las muchas diversidades locales y regionales, tienen en común varias características importantes:

- La mayoría de pequeños agricultores funcionan como unidades económicas independientes, como propietarios independientes o bajo contratos de arrendamiento que les permiten controlar las decisiones de la producción. En algunos casos, las decisiones son controladas por medio de la tribu o el pueblo o están restringidas por un arrendamiento inseguro.
- Debido a que tienen poco terreno y capital, dependen principalmente de la familia para la mano de obra.
- El pequeño agricultor usa el crédito para sus necesidades cotidianas y no para comprar abastecimientos agropecuarios.
- En comparación a los grandes agricultores, los de pequeña escala tienen acceso limitado a los factores de producción asociados con el desarrollo agrícola, como el crédito y los abastecimientos, la tecnología adaptada, la asistencia técnica, la información sobre el mercado, las carreteras y el transporte.

## ASISTENCIA PARA EL PEQUEÑO AGRICULTOR

En el tercer mundo, la mayoría de los pequeños agricultores con quien trata el extensionista son agricultores en transición entre métodos tradicionales y prácticas de producción más eficientes. Conocen los métodos modernos como los abonos, los insecticidas, y las vacunaciones para el ganado, y están usando algunos de estos métodos, aunque con frecuencia sea de un modo desorganizado. Aunque su primera prioridad es la subsistencia, tiene gran interés en producir un excedente para el mercado después de alimentar a su familia.

La mayor parte de la solución al problema del hambre y la pobreza rural en los países subdesarrollados está en la habilidad del pequeño agricultor de aumentar el rendimiento de las cosechas tradicionales por medio de la adaptación de prácticas de producción mejoradas apropiadas. "Apropiadas" quiere decir en armonía con el medio ambiente y la situación cultural y económica del agricultor. "Mejoradas" refiere al uso de métodos no-tradicionales como los abonos, los químicos agrícolas, el equipo nuevo adaptado al cultivo en pequeña-escala, y los servicios de asistencia técnica. No significa el abandono total de prácticas del cultivo tradicionales sino una agregación de nuevos elementos apropiados a éstas.

Casi todos los pequeños agricultores se benefician de la participación en programas de desarrollo agrícola. Puesto que casi todos desean aumentar las cosechas y las entradas, adaptan las nuevas técnicas -- cuando éstas ofrecen una certeza razonable de mejores rendimientos sin exceso de riesgo, y cuando los nuevos materiales necesarios son fáciles de conseguir.

Hasta poco, la tecnología de aumento de rendimientos se desarrollaba con poca atención a las realidades de la situación del pequeño labrador. No sorprende que estas dichas "mejoradas" prácticas no fueran aceptadas. Las investigaciones de cultivos y extensión se están prestando más a las necesidades del pequeño agricultor, y existen varios ejemplos de programas exitosos de mejoramiento de rendimientos en la agricultura de pequeña-escala en el tercer mundo.

#### **La Pequeña Explotación Agrícola como Unidad Económica Viable**

Cuando se usan prácticas de aumento de cosechas en países en desarrollo, costos de producción bajos se pueden realizar en haciendas de varios tamaños. Sólo aumentarle el tamaño de la hacienda no resuelve los problemas de producción del pequeño agricultor, pero puede ser un factor importante para algunos.

Hay dos tipos de pequeña explotación agrícola. Una es la hacienda tamaño-familia, que puede emplear el equivalente de dos a cuatro adultos y dos bueyes. Esta clase de

explotación agrícola es mucho más pequeña en tamaño y capital que su equivalente en los países desarrollados, probablemente porque el terreno y la maquinaria son más costosos que la mano de obra en los países en desarrollo.

La hacienda tamaño sub-familia es demasiado pequeña para emplear eficientemente el equivalente de dos adultos y dos bueyes. Desafortunadamente, en países como Guatemala, el Salvador y Perú, hasta el 80 y el 90 por ciento de todas las unidades agrícolas se clasifican como haciendas sub-familia. La explotación agrícola sub-familia es muy pequeña para tener éxito económico no obstante la cantidad de tecnología que se use. En este caso aumentar el tamaño de la hacienda es crítico a la producción.

### Prácticas para Mejorar la Producción

Desde los años '60 se ha visto un aumento de esfuerzos por parte de organizaciones nacionales e internacionales de investigaciones agrícolas para desarrollar prácticas de mejoramiento de rendimientos en los cultivos de referencia incluidos en este manual. Este es un proceso largo y continuo, pero en muchas regiones agrícolas en países en desarrollo ya existen métodos que proveen aumentos en rendimientos y entradas en comparación a las prácticas tradicionales. Estos métodos y prácticas son la mejor esperanza del pequeño agricultor para realizar aumentos de

producción y entradas para poder llegar a un nivel económicamente competitivo y mejorar su nivel de vida.

Las condiciones ideales para la promoción de prácticas de producción mejoradas entre pequeños agricultores aseguraría lo siguiente:

- que la nueva práctica no aumente el riesgo del labrador, no sea un cambio radical de las prácticas actuales, y no requiera entrenamiento complicado.
- que las potencialidades de entradas sobrepasen los gastos adicionales por lo menos por una tasa de 2/1 (ésto es la relación costo/beneficio).
- que los materiales y servicios comerciales necesarios para el nuevo método sean fácilmente asequibles y de términos razonables.
- que el beneficio de la nueva práctica se realice en el mismo período de cultivo en que se aplica.
- que los costos del nuevo método o práctica queden dentro de las capacidades del agricultor. Ésto normalmente indica acceso a crédito.

Pocas veces se cumple con todas estas condiciones en el campo de la agricultura de pequeña escala en los países en desarrollo. Aún así, con un servicio de extensión bueno y un "conjunto de prácticas" bien planificado, los extensionistas agrícolas pueden aumentar los rendimientos de la pequeña hacienda dramáticamente.

## EL METODO DE "CONJUNTOS" PARA AUMENTAR LAS COSECHAS

En la mayoría de los casos, los rendimientos bajos de los cultivos son causados por la presencia simultánea de varios factores limitantes, y no por un sólo obstáculo. Cuando un "conjunto" de prácticas mejoradas específicamente planificado y adaptado se aplica a los múltiples escollos, los resultados son mucho más impresionantes que los resultados obtenidos por un sólo método. Un "conjunto" de cultivos consiste de una combinación de varios métodos nuevos ya probados al nivel local. (Pocos "conjuntos" son fácilmente transferible sin ensayos y modificaciones en la localidad). La mayoría incluyen varios de los siguientes elementos: más variedad, el uso del abono, mejor control del hierbajo, las plagas, y las enfermedades, mejores prácticas de la preparación de la tierra, el manejo del agua, la cosecha, y el almacenamiento.

La probabilidad de una acogida positiva al programa de mejoramiento de cultivos aumenta con el uso de conjuntos. No obstante, existe la posibilidad de desventajas:

- Si el conjunto fracasa, los agricultores pueden llegar a la conclusión que cada práctica individual es improductiva.
- Se necesitan más estudios de adaptación y pruebas locales extensivas para desarrollar un conjunto exitoso para una localidad.
- El conjunto puede favorecer a los agricultores más grandes que tienen más acceso a crédito para comprar los materiales.
- La falta de algún material o su uso errado puede causar que el conjunto entero fracase.

Hay que poner énfasis en el hecho de que el conjunto no tiene que depender de materiales comerciales. De hecho, un programa de extensión puede poner el enfoque inicial en el mejoramiento de prácticas básicas de manejo que requieren poca inversión de capital como el control de malezas, la preparación del suelo, los cambios de población y la colocación de las plantas, el escogido de semillas, y el manejo oportuno de cultivos. Esto ayuda a asegurar que los pequeños agricultores se beneficien igual que los de escala grande, especialmente en esas regiones donde el crédito agrícola está poco desarrollado.

#### EL PAPEL DEL EXTENSIONISTA

Para trabajar con los agricultores de pequeña escala para mejorar las cosechas de los cultivos de referencia (el maíz, el sorgo, el mijo y el cacahuete, la arveja de vaca y el frijol común) los extensionistas necesitan ambos conocimientos de la agricultura y del trabajo de extensión. Los siguientes son conocimientos agrícolas generales que necesitan los extensionistas que trabajan en proyectos de mejoramiento del cultivo como intermediarios haciendo un papel limitado de consejeros:

- Una comprensión de la necesidad de implementar programas de mejoramiento de cultivos.
- La habilidad de interpretar el medio ambiente agrícola.
- Un conocimiento de las características de los cultivos básicos de referencia.

- Un conocimiento de las prácticas de mejoramiento de cultivos.
- Una comprensión de los principios del manejo de los cultivos básicos de referencia.

Los extensionistas también necesitan un nivel apropiado de experiencia y capacidad técnica referente a los cultivos de referencia, y la habilidad de adaptar las recomendaciones según las variaciones en el suelo, el clima, el manejo, y el capital de cada localidad.

Este manual provee una gran parte de la información que necesitan los extensionistas para trabajar con los seis cultivos de referencia. Para la promoción de cualquier práctica de mejoramiento de cultivo, es muy importante trabajar con los labradores locales, los servicios de extensión, las universidades, y los institutos nacionales e internacionales de estudios agrícolas. Estos individuos y organizaciones tienen más conocimiento de las condiciones ambientales locales económicas, sociales y culturales, y se deberían consultar antes de comenzar un programa de mejoramiento de cultivos.

## 2. El Medio Ambiente Agrícola

El objetivo de este capítulo es identificar la manera en que los extensionistas pueden estudiar e interpretar el medio ambiente agrícola local y las explotaciones agrícolas que lo forman. Esto es crítico para la extensión eficiente porque le permite a los extensionistas comprender todos los aspectos de los sistemas y de las prácticas agrícolas de la localidad.

El medio ambiente agrícola local está compuesto de esos factores que influyen la agricultura del lugar. Los factores de mayor influencia son el medio ambiente natural (físico) y la infraestructura.

### EL MEDIO AMBIENTE NATURAL

El medio ambiente natural consiste del clima y el tiempo, el terreno y los suelos, y la ecología (la interacción entre los cultivos, las malas hierbas, los insectos, los animales, las enfermedades y la gente).

El tiempo refiere a los cambios diarios en temperatura, lluvias, sol, humedad, vientos y presiones barométricas. El clima es el tiempo típico de una localidad a través de un período de muchos años. Hay un dicho que lo explica, diciendo que la gente construye hogares a causa del clima y los prenden a causa del tiempo. Los factores de tiempo y clima que tienen la mayor influencia sobre la producción de cultivos son la radiación solar (sol y temperatura), la lluvia, la humedad, y el viento.

### La Radiación Solar

La radiación solar afecta notablemente el crecimiento de los cultivos en varias formas:

- Provee la energía solar que requiere el fotosíntesis, el proceso fundamental por el cual las plantas producen azúcares para crecer y alimentarse. Los azúcares son producidas por medio de este proceso en las células verdes de las plantas cuando el gas carbónico del aire se combina con el agua de la tierra, usando como catalizadores la luz del sol y la clorofila (el pigmento verde de las plantas)
- La duración del período de sol diario (el largo del día o largo diurno) y la variación anual afectan la época de floración y el largo del período de crecimiento en algunos cultivos.
- La radiación solar es el factor principal en la determinación de la temperatura ambiental, la cual influye críticamente la tasa de crecimiento del cultivo y su adaptabilidad.

## Variaciones regionales y anuales de radiación solar

En contraste a las latitudes de la zona templada, la región entre la Zona de Cancer ( $23.5^{\circ}$  N) y el Trópico de Capricornio ( $23.5^{\circ}$  S) tiene relativamente poca variación estacional de radiación solar, puesto que el sol queda relativamente alto el año entero. Las medidas que se han hecho arriba del nivel de las nubes muestran una variación anual de radiación solar, de sólo un 13 por ciento al ecuador en contraste al 300 por ciento a la latitud de  $40^{\circ}$ . A pesar de todo, esta supuesta ventaja de la zona trópica a veces es cancelada a causa de condiciones nubladas, que pueden llegar a ser excesivas en las zonas de lluvias intensas, especialmente cerca de la línea ecuatorial (las nubes pueden reducir la radiación solar entre 14-18 por ciento según la densidad y el área de cobertura de nubes. Por ejemplo, a causa de nubes espesas, el Valle Ecuatorial Amazonas recibe una suma de energía solar anual al nivel del piso semejante a lo que recibe la región de los Lagos Superiores de los E.E.U.U.

### El Largo Diurno (La Duración del Día)

El tiempo entre la emergencia y la floración de la planta, tanto como la fecha de la floración, pueden ser afectadas críticamente por el largo del día en el caso de algunos cultivos. Entre los cultivos de referencia, la soya y las variedades fotosensibles del mijo, y el sorgo son los más afectados.

El maíz es influido menos por el largo del día, con la excepción de variedades que son mudadas a una latitud donde el la duración de la luz diurna es muy diferente al lugar donde originó el maíz (vea el Capítulo 3). El largo del día no es un factor crítico para los cacahuets, los frijoles y las arvejas de vaca.

Como muestra el cuadro siguiente, ambos la latitud y la estación influyen la duración de la luz diurna. Note que la variación anual en el largo del día se aminora significativamente al acercarse a la línea ecuatorial.

Cuadro 1

La Duración de la Luz Diurna en Varias Latitudes del Norte

Mes	Ecuador	20°	40°
Dic	12:07	10:56	9:20
Marzo	12:07	12:00	11:53
Junio	12:07	13:20	15:00
Sep	12:07	12:17	12:31

La Temperatura

La temperatura es el mayor factor en el control de la tasa de crecimiento y la adaptación de los cultivos. Cada cultivo tiene su temperatura óptima para el crecimiento, y un máximo y un mínimo para desarrollarse normalmente y sobrevivir. Las variedades de un cultivo pueden tener diferentes tolerancias a la temperatura. Temperaturas excesivamente altas pueden ser perjudiciales a los

rendimientos porque causan la esterilidad del polen y la pérdida de flores. Además, las noches calientes comunes en los trópicos pueden reducir el rendimiento de las cosechas. Esto ocurre porque las plantas producen azúcar para crecer y producir alimentos durante el día por medio del proceso de fotosíntesis, pero "queman" parte de éstas de noche en el proceso de respiración. Puesto que las temperaturas altas de las noches aumentan la tasa de respiración, pueden aminorar el crecimiento neto de la cosecha.

Varios factores afectan las variaciones de temperatura de un área:

- La latitud--Las variaciones estacionales en temperatura son grandes en la zona templada donde la radiación solar y el largo del día fluctúan mucho durante el año. En las zonas tropicales, esta variación de temperatura estacional es mucho menos. Las temperaturas bajas durante la noche raras veces bajan a menos de 10-30° C cerca del nivel del mar, y con frecuencia son más de 18° C. Las variaciones estacionales son más fuertes a medida que se aleja uno del ecuador.
- La elevación--Las temperaturas bajan 0.65° C por cada incremento de 100 metros de altura. Esto tiene gran influencia en el largo del período de crecimiento del cultivo tanto como su adaptación al área. Por ejemplo, al nivel del mar en Guatemala el maíz se madura en tres o cuatro meses y el clima es demasiado caliente para las patatas; pero a 50 km de distancia en las tierras altas (más de 15000 m) el maíz demora entre cinco y diez meses para madurar y las patatas crecen bien.
- La topografía --, o la configuración de la superficie del terreno, puede causar diferencias en las condiciones atmosféricas y en los climas locales (los micro-climas). Un área de trabajo puede tener dos o más micro-climas distintos.
- La cobertura de nubes--La cobertura de nubes tiene un efecto compensador sobre la variación de temperatura diaria. Causa disminuciones en el nivel más alto del día y alza el nivel más bajo de la noche.

- La humedad tiene un efecto sobre la temperatura semejante al de las nubes. El aire húmedo demora más en calentarse y refrescarse y por eso experimenta menos variaciones de temperatura que el aire seco. La temperatura máxima en la sombra pocas veces sube de 38° C bajo condiciones de alta humedad, mientras altos de 54° C son posibles bajo condiciones secas.

## La Lluvia

En las tierras secas (sin riego) de las zonas trópicas que tienen temperaturas constantes el año entero, la lluvia es el factor ambiental que determina cuales cultivos pueden crecer, cuando se deben sembrar, y cuanto rinden. La lluvia varía mucho de un sitio a otro (con frecuencia entre sitios de distancias muy cortas) especialmente en tierras montañosas o de colinas. El agricultor de tierras secas conoce muy bien la distribución estacional de las lluvias. Esto incluye las desviaciones del ciclo normal como lluvias adelantadas o atrasadas, o sequías inesperadas. Demasiado lluvia, que puede inundar el cultivo, atrasar la cosecha, y acelerar la erosión del suelo, puede ser tan serio como el caso de muy poca lluvia. Puede causar condiciones en que un día el suelo esté muy mojado para el arado y la semana siguiente esté demasiado seco para la germinación de las semillas.

En el proceso de recopilar datos sobre la lluvia de un área, se debe acordar que los promedios de lluvias anuales tienen poca importancia. La distribución y seguridad estacional son mucho más importantes en términos de producción de cultivos.

Por ejemplo, Ibadan, Nigeria está situado en la zona transicional entre los trópicos húmedos y los semi-húmedos, y recibe casi la misma cantidad de lluvia anual (1140 mm) que recibe Samaru, Nigeria, situado al norte en la zona sabana. La lluvia de Ibadan cae durante los nueve meses entre marzo y noviembre de una forma bi-modal (quiere decir dos épocas de lluvias, con un período más seco alternando entre las dos). La primera época es suficientemente larga para producir una cosecha de maíz de 120 días aunque haya un poco de carencia de humedad periódica. La segunda época es más corta, y la humedad del suelo es solamente adecuada para un cultivo de 80-90 días. Por otra parte, la lluvia de idéntica cantidad de Samaru dura cinco meses y cae de una manera uni-modal, proveyendo una sola cosecha de maíz sin carencia de humedad.

Este ejemplo muestra que los promedios de lluvias anuales no son una medida eficaz de la lluvia de un lugar. Lo mismo se puede decir de la distribución estacional de lluvias. Aunque da una indicación general de la cantidad de humedad que haya para la producción del cultivo, no muestra el cuadro entero. La cantidad de lluvia que verdaderamente termina en el suelo de la hacienda para la nutrición del cultivo depende de

otros factores como el desagüe y la evaporación de la superficie, y la configuración y profundidad del suelo.

Para interpretar los datos sobre la frecuencia de lluvias de un área de trabajo, es bueno acordarse que los promedios son engañosos. Se deben esperar desviaciones del promedio aunque la gráfica de distribución general estacional mantenga su curva consistente (Figura 1).

Los ciclos de cultivos y como se relacionan a la modalidad de la frecuencia de lluvias:

Los ciclos de cultivos se determinan usando el calendario de cultivos (las fechas de la siembra y la cosecha de los cultivos), y están fuertemente unidos a la distribución estacional de lluvias. Esto se ve claramente en la siguiente comparación de un calendario de cultivos y el cuadro de lluvias de la Figura 1.

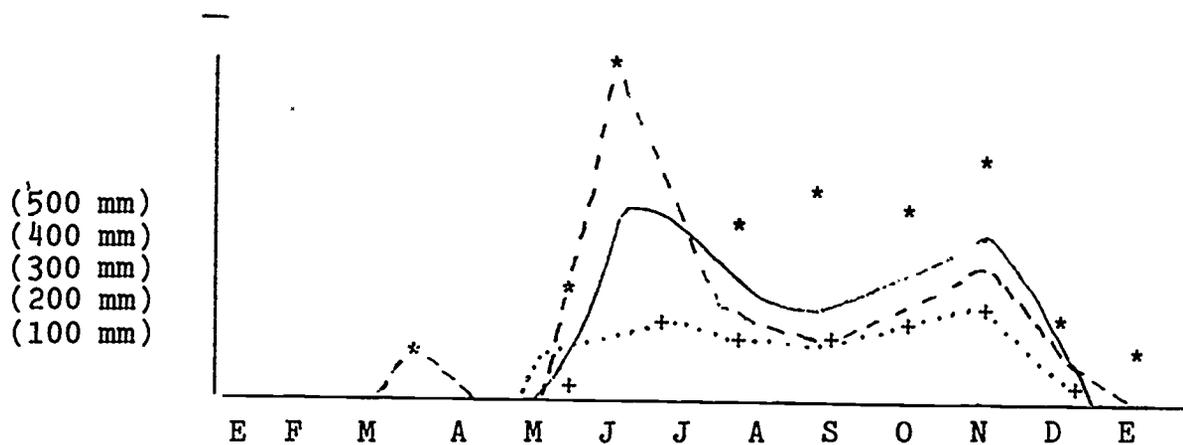
Calendario de Cultivos, el Area de Managua, Nicaragua

Maíz de estación larga	-----
Maíz de estación corta	-----   -----
Frijoles	-----
Sorgo mejorado	----- -----
Sorgo nativo fotosensible	-----

---

E F M A M J J A S O N D E

Figura 1  
Modalidad de Lluvias Mensuales, Managua, Nicaragua, 1958-67



Año más húmedo, 1958 - - - -	Total anual:	1437 mm
Año más seco, 1965 .....	Total anual:	757 mm
Promedio, 1958-67 _____	Promedio anual:	1909 mm

La cantidad de lluvia mensual más alta  
entre 1958-1967 \*\*\*\*\*

La cantidad de lluvia mensual más baja  
entre 1958-1967 ++++++

La fuente principal de datos sobre las lluvias de un sitio es el agricultor local. Aunque los datos de la estación meteorológica oficial ayudan cuando son datos seguros y representativos, no son esenciales. La mayoría de la información que se necesita saber sobre la distribución de lluvias se puede averiguar hablando con los agricultores capacitados.

#### La Humedad

La humedad relativa afecta la producción de cultivos en varias formas:

- La variación diaria de temperaturas es más grande con condiciones de humedad baja; la humedad alta causa un efecto compensador sobre la temperatura.

- La humedad alta favorece el desarrollo y diseminación de una variedad de enfermedades fungales y bacterianas (vea la sección sobre enfermedades en el Capítulo 6).
- La cantidad de agua que usan los cultivos es más alta durante condiciones calientes y secas, y más baja en condiciones muy húmedas.

### Las Modalidades de Vientos y Tormentas

Los vientos fuertes asociados con tormentas, huracanes, y tornados pueden dañar severamente a los cultivos. Entre los cultivos de referencia, el maíz, el sorgo y el mijo tienen más tendencia a dañarse a causa de lluvias fuertes. Los vientos calientes y secos pueden aumentar dramáticamente la cantidad de agua que necesitan los cultivos. La frecuencia de vientos fuertes también es un factor que se debe investigar durante el estudio del clima del lugar.

### La Topografía

La configuración de la superficie del terreno influye la agricultura puesto que causa modificaciones locales en el clima y el tiempo y muchas veces es el mayor factor que determina la adaptabilidad del terreno para varios tipos de agricultura. Un área de trabajo puede incluir varios detalles topográficos, como montañas, colinas, y valles. Las granjas individuales también tienen variaciones topográficas mayores que afectan la producción de los cultivos. Las montañas y las colinas pueden modificar los patrones de las lluvias, y no es raro encontrar un valle más seco y regado a un lado de una

cordillera y un valle más húmedo y de más lluvias del otro lado. El aire frío generalmente se queda dentro de los valles, contribuyendo a temperaturas más bajas que las de las lomas cercanas. Las escarpaduras se desaguan rápidamente, pero son susceptibles a la erosión y a las sequías, mientras los terrenos planos o hundidos experimentan problemas con el desagüe. Las escarpaduras inclinadas hacia el sol son más calientes y secas que las que se inclinan opuestas al sol.

### El Suelo

Después del clima y el tiempo, el tipo de suelo es el detalle físico local más importante en afectar la potencialidad del cultivo y las prácticas del manejo. La mayoría de las tierras han evolucionado lentamente por muchos siglos por medio de la edificación (decomposición) de la piedra y las plantas. Algunos suelos son formados por depósitos dejados por ríos y mares (tierras aluviales) o por los vientos (tierras loes).

El suelo tiene cuatro componentes básicos: el aire, el agua, los partículas de minerales (la arena, el aluvi6n, y la arcilla), y el humus o mantillo (la materia orgánica descompuesta). Un muestreo típico de la capa arable (el estrato de encima de color más oscuro) contiene como el 50 por ciento de espacio de poro llenado con varias proporciones de aire y agua dependiente de que tipo de suelo es, húmedo o seco. El otro 50 por ciento del volúmen consiste de partículas de minerales y humus (mantillo). La mayoría de tierras minerales contienen entre dos y seis por ciento de humus por

peso en la capa arable. Los suelos orgánicos como la turba se forman en las marismas, las ciénagas y los pantanos, y contienen 30-100 por ciento de humus.

El clima, la clase de roca madre, la topografía, la vegetación, el manejo y el pasar del tiempo todos influyen en la formación del suelo y se inter-relacionan en modalidades innumerables para producir una variedad asombrosa de suelos, aún dentro de un área pequeña. De hecho, no es raro encontrar dos o tres tipos de suelo en una estancia pequeña que sean completamente diferentes en cuanto a los problemas de manejo y la potencialidad de rendimientos.

#### Las características importantes del suelo

Hay siete características mayores que determinan los requerimientos del manejo de un suelo y su potencialidad productiva: la configuración, el surco (condición física), la fuerza de absorción del suelo, el desagüe, la profundidad, el declive, y el valor del pH.

- La configuración refiere a las cantidades relativas de arena, aluvión, y arcilla en el suelo.
- El surco indica la condición física del suelo y las posibilidades de ser arado.
- La fuerza de absorción del suelo refiere a la habilidad del suelo de retener agua.
- El desagüe quiere decir la habilidad del suelo de disipar el exceso de agua, y afecta el acceso del oxígeno a las raíces.
- La profundidad es la profundidad del suelo hasta la roca firme; la profundidad efectiva del suelo es toda la profundidad que pueden penetrar las raíces de las plantas.
- El declive es la inclinación del terreno, normalmente medido por porcentajes (es decir, el número de metros de cambio en la elevación por cada 100 metros de distancia).

- El valor del pH es la medida de la acidez o la alcalinidad del suelo en una graduación de 0 a 14.

Estas características se estudian en detalle en Soils, Crops and Fertilizer Use, Tecnologías Apropriadas para el Desarrollo, Cuerpo de Paz, Manual #8, Partes I y II, de D. Leonard, 1969, y Crop Production Handbook, Tecnologías Apropriadas para el Desarrollo, Cuerpo de Paz, Manual #6, Unidad I, 1969.

### La Ecología

Para nuestro uso, la ecología refiere a la interacción entre los cultivos de referencia, el hierbajo, los insectos, las enfermedades, los animales (el ser humano, los animales silvestres y el ganado), y el medio ambiente en general. La agricultura está en una competencia continua con la naturaleza y los agricultores han desarrollado muchas medidas de prevención y control, tanto como sistemas especializados de cultivo, para darle a la agricultura la ventaja sobre la naturaleza. Cada área tiene su propia combinación de malas hierbas, insectos, enfermedades, y animales silvestres (incluyendo las ratas y los pájaros que comen los granos) que afectan la producción de cultivos. La identificación de estos elementos y las maneras en que los agricultores los controlan es crucial para comprender y manejar el medio ambiente agrícola.

## El efecto de la gente y la agricultura sobre el medio ambiente

La tecnología moderna, la escasez de tierras, y los aumentos en poblaciones han aumentado la habilidad y la necesidad de la agricultura de "dominar" y manipular a la naturaleza. Con frecuencia se pone poca atención a las consecuencias posibles del desarrollo agropecuario. Efectos ecológicos que pueden ser causados por proyectos agrícolas incluyen lo siguiente: <sup>2</sup>

- El Desarbolar
- La Erosión
- La Desertificación
- La Incrustación
- La Salinización
- El envenenamiento agro-químico del suelo, el agua, los animales y la gente.
- Las Inundaciones

### LA INFRAESTRUCTURA

La infraestructura, que refiere a las instalaciones, los mecanismos, los bienes, y los servicios que fomentan la producción agropecuaria, consiste de los siguientes elementos:

-----  
<sup>2</sup>Para más detalles, refiérese a Environmentally Sound Small Scale Agriculture Projects, Vita 1979.

- las prácticas agrícolas locales.
- La infraestructura física
- La distribución de los terrenos y el arrendamiento
- La obra de mano agrícola.
- Los incentivos para los agricultores.

## Prácticas y Sistemas Agrícolas Locales

### Las prácticas agrícolas incluyen:

- La preparación de la tierra - los métodos de labranza, el tipo de semillero, y los métodos de controlar la erosión.
- La siembra - el método, la población y el espaciamento de plantas, las variedades escogidas.
- Las enmiendas al suelo--el tipo, la cantidad, el manejo, la localización de abonos químicos u orgánicos y de enmienda calcárea.
- El control de las malas hierbas, los insectos, las enfermedades, los pájaros, los roedores, y los nematodos (pequeños nematelmintos parasíticos que comen las raíces de las plantas).
- Las prácticas especiales como el riego y la aporcadura del maíz.
- Los métodos de cosecha y almacenamiento.

Los términos "sistemas de cultivos" no sólo se refieren al calendario de cultivos (las fechas de la siembra y de la cosecha para los cultivos particulares) sino más específicamente a las secuencias y las asociaciones relativas a los cultivos, por ejemplo:

- La monocultura contra la rotación de cultivos-- La monocultura es el cultivo repetido de la misma cosecha en el mismo terreno año tras año. La rotación de cultivos es el cultivo repetido de una serie planificada de cosechas ( o cultivado y en

descanso). Un ciclo de rotación de cosechas dura varias estaciones en completarse (por ejemplo, maíz por los primeros dos años, seguido por frijoles el tercer año y algodón el cuarto).

- Cultivos múltiples---Hay dos tipos de cultivos múltiples. Uno es cultivos sucesivos, que quiere decir el cultivo de dos o más cosechas sucesivas en el mismo campo año tras año o estación tras estación. El otro es el cultivo intercalado, que es la definición más común del cultivo múltiple y se trata del cultivo de dos o más cosechas al mismo tiempo en el mismo campo. Vea el Capítulo 4 para detalles sobre los diferentes tipos de cultivo intercalado.

A causa de las diferencias de suelos, clima, habilidad de manejo, capital, y actitud, se pueden encontrar diferencias importantes en las prácticas agrícolas dentro de la misma área.

### La Infraestructura Física

La infraestructura física se refiere a las instalaciones y los servicios físicos que fomentan la producción agropecuaria, como el transporte (carreteras de las haciendas a los mercados, ferrocarriles), las comunicaciones, los servicios de almacenamiento y mercados, los servicios públicos agropecuarios, (sistemas regionales de riego, de drenaje, y de control de inundaciones), y los mejoramientos a las haciendas, (las verjas, los pozos, los paravientos, el riego, y los sistemas de drenaje, etc.). Todos estos detalles son importantes, pero el transporte adecuado y de precio razonable es especialmente crítico porque la agricultura requiere el transporte de materiales voluminosos. La

distancia del agricultor al sistema de carreteras es frecuentemente el factor primo en determinar las ganancias potenciales de usar abonos o llevar su excedente de cosecha al mercado.

### La Distribución de los Terrenos y el Arrendamiento

En un sitio poblado, todo el terreno agrícola puede estar ocupado. La distribución y el arrendamiento de los terrenos de un lugar tiene tremendas consecuencias sociales y económicas e igual efecto sobre los incentivos a los agricultores. Los dos temas de mayor importancia relativo a esto son:

- ¿Quién ocupa el terreno y cómo lo usan y cómo permiten que otros lo usen?
- ¿Cuál es la relación entre la cantidad de gente que dependen de la agricultura para su vivencia y la cantidad y la clase de tierras asequibles?

### La Mano de Obra Agrícola

La tasa de agricultores y labradores agrícolas a la cantidad y tipo de terreno provee una buena indicación de la intensidad de la utilización de la tierra. La existencia de mano de obra adecuada para períodos de auge es otra consideración importante que afecta las prácticas agrícolas y los rendimientos. Durante la mayoría del año muchos sitios agrícolas en los países en desarrollo tienen una tasa

relativamente alta de desempleo agrícola, con la excepción de unos cuantos períodos de auge como la siembra al comienzo de las lluvias, o la época del control del hierbajo, si no hay métodos de cultivo mecánicos. En estos períodos, la escasez de la mano de obra puede ser el factor limitante de la producción, y la productividad de la mano de obra lleva una importancia única.

### Los Incentivos para los Agricultores

Estos se pueden interpretar de muchas maneras, puesto que incluyen reformas de distribución y arrendamiento de terrenos, mercados y precios adecuados para los productos agrícolas, y la existencia de una tecnología mejorada.

### COMO COMPRENDER LA UNIDAD AGRICOLA INDIVIDUAL

Cada explotación agrícola tiene sus características únicas, pero las que están situadas en el mismo área frecuentemente tienen suficientes cosas en común para agruparlas en varios tipos generales de unidad agrícola, como la agricultura de subsistencia, el cultivo para el mercado, el cultivo industrial, etc. Si el medio ambiente de un área es bastante uniforme, un tipo de unidad agrícola puede

predominar. Si el lugar se caracteriza por topografía irregular y distribución desproporcionada de terrenos, puede tener dos o más tipos de unidades agrícolas.

Hay ocho criterios básicos que se pueden usar para identificar los diferentes tipos de unidades agrícolas:

- El sitio
- El tipo de tenencia
- El tamaño de la hacienda, las parcelas, y la potencialidad del uso de la tierra
- El tamaño de la empresa agrícola
- El tipo de empresa agrícola
- Las prácticas de producción
- Los mejoramientos a la hacienda
- La mano de obra

#### El Sitio

Los factores principales son:

- Las características naturales como el tipo del suelo, el declive, la profundidad, el desagüe, el acceso al agua, etc.
- La cercanía de una red de transporte y otras instalaciones como los sistemas públicos de riego y drenaje
- El sitio en relación a otras haciendas
- El nombre local del sitio donde está ubicada la hacienda.

#### El Tipo de Tenencia

Las consideraciones principales son:

- ¿Quién es el propietario del terreno?

- Si no es operado por el dueño, ¿cuál es el sistema de arrendamiento (arrendamiento de efectivo, aparcería, o arrendamiento en explotación), y ¿cuáles son los términos específicos? ¿Que seguridad tiene el sistema?
- ¿Si nadie tiene título perfecto del terreno, está ocupado bajo leyes de colono usurpador?
- ¿Quién maneja la hacienda y quién hace las decisiones básicas?

#### El Tamaño de la Hacienda

- El tamaño total en términos de medidas locales
- El sitio de las parcelas: Si están separadas, ¿a qué distancia quedan de la casa del agricultor?
- El uso actual del terreno: tierra arable contra tierra de pastos contra bosque; regado contra no-regado
- Las características de los tipos de suelo: el nombre local, el color, la configuración, la profundidad, el desagüe, el declive, más la opinión del agricultor.

#### El Tamaño de la Empresa Agrícola

- El valor del terreno de la hacienda
- El valor de otros bienes fijos
- La cantidad de capital de operación usado en cada unidad de terreno o ganado
- El valor de producción por cada unidad de terreno o ganado.

El valor de la hacienda en comparación al número de labradores indica si es de alto coeficiente de capital (usando máquinas y dinero para cosechar) o de uso intensivo de mano de obra (usando la mano de obra humana para cumplir con las

operaciones de la hacienda). El valor de producción por cada unidad de tierra indica la intensidad de la utilización de la tierra.

### El Tipo de Empresa Agrícola

Algunas haciendas tienen sólo una empresa, como cultivar la caña de azúcar, el café, el arroz, etc., pero este tipo de monocultivo es raro entre las pequeñas haciendas. Es más común que exista alguna clase de agricultura mezclada. Las consideraciones principales son:

- La importancia relativa de cada empresa
- Los rendimientos de cada empresa
- El uso de los productos de cada empresa (subsistencia o venta) y donde se venden
- Las rotaciones de cultivos y las asociaciones
- La relación entre la producción del cultivo y la de ganado, si ésta existe.

### Las Prácticas de Producción

- Los factores específicos usados en el desarrollo agropecuario
- La tasa, el método y el tiempo de la aplicación.

### Los Mejoramientos a la Hacienda

- La condición de la casa de la familia agrícola (o la casa del gerente de la estancia o las de los labradores).

- La presencia y la condición de las cercas, los pozos, los servicios de riego, las caminos a los campos, las instalaciones de almacenamiento, los resguardos para animales, los corrales, etc.

#### La Mano de Obra Agrícola

- La dependencia de la familia sobre su propios labores, y la composición de su fuerza laboral
- El grado de dependencia sobre la mano de obra ajornalada
- Los requisitos laborales estacionales
- El uso de animales o de tractores

## PAUTAS PARA

### LA ORIENTACION DEL EXTENSIONISTA

Estas pautas se han diseñado para ayudar a los nuevos extensionistas de servicios de extensión agropecuaria a orientarse al medio ambiente agrícola local y las haciendas individuales dentro de un período de uno o dos meses después de su llegada al área. Cuando está usando estas pautas, acuérdesese de lo siguiente:

- No trate de hacer un estudio detallado de las fuentes locales al principio del contrato, sólo que lo haya pedido la agencia patrocinadora. Esta clase de estudio puede causar sospechas locales, especialmente si el nuevo extensionista es demasiado entusiasta o dominante con los primeros contactos.
- La agencia patrocinadora puede proveer una orientación básica al trabajo del área, pero puede ser muy limitada.
- Si hay diferencias entre la información de las fuentes locales (los agricultores, etc.) y la de las fuentes oficiales ajenas, tenga fe en los datos locales hasta que pueda probar cual tiene la razón. Los agricultores locales son las mejores autoridades sobre el medio ambiente local.
- Las pautas que siguen están organizadas principalmente por tema, pero no hay que seguirlas en orden. Usted va a recibir de un sólo informador datos variados que pueden tratar de muchos temas, y tendrá que organizarlos en contexto.

## LA ORIENTACION INTRODUCTORIA

Esta fase inicial se enfoca en el medio ambiente agrícola en general y está diseñada para ayudarle a familiarizarse y planificar su horario de trabajo y sus actividades con los ritmos estacionales de la agricultura del área. Si no está severamente limitado por falta de conocimiento del idioma local, debería completar esta fase entre dos y cuatro semanas si trabaja varias horas cada día hablando con los agricultores locales y las otras fuentes de datos agrícolas en el área.

### Establecer la Comunicación

La gran parte de su tiempo la pasará hablando con y escuchando a los agricultores locales y otras personas con conocimientos de la localidad (los residentes locales) que tienen intereses creados en la agricultura.

### Encuentre los agricultores

- Tenga una idea general de la distribución geográfica de los agricultores.
- Averigüe donde están los agricultores que pueden ser clientes potenciales (es decir, esos que son candidatos para el servicio de extensión).

### Encuentre otros Individuos Capacitados

Los técnicos agrícolas que están trabajando en el área, los compradores locales de los productos agropecuarios, los abastecedores de enseres agrícolas, y los choferes de camiones son buenas fuentes de datos.

### Escoja Otras Fuentes Confiables Locales

Al principio sus contactos no tienen que ser completamente representativos si son capacitados. Los mejores agricultores-informantes casi siempre son los más progresistas. Por ejemplo, un pequeño agricultor progresista le puede dar más información y discernimiento sobre las operaciones de la pequeña explotación agrícola que un agricultor comercial de escala más grande. Los contactos iniciales más probables son: los familiares de su patrón, el alcalde local u otro oficial local, y los agricultores más cercanos y hablantines, o éstos que hayan trabajado con servicios de extensión anteriormente. Mantenga un archivo detallado de sus contactos iniciales.

### Como Entrevistar

- Presentarse--Idealmente, debería tener un tercero que le haga el contacto inicial y la introducción. Si ésto no es posible, prepárese con una explicación practicada de su presencia. Es importante que explique que el aprendiz en esta etapa es Ud.

- Técnicas sugeridas--Permitale al agricultor a hablar lo más espontáneamente posible. Cualquier pregunta específica que usted haga casi siempre recibirá la respuesta "sí". Use un horario de entrevista memorizado en lugar de uno escrito que podría inhibir las respuestas. Evite demasiado familiaridad.
- Generalmente no es buena idea tomar apuntes enfrente de un agricultor, aunque a veces él espera que lo haga (puesto que le considera a Ud. un "técnico"). Algunos agricultores pueden pensar que los apuntes tengan algún enlace futuro con colecciones de impuestos, etc. Es mejor esperar un momento privado para resumir los datos en forma escrita.

### Conozca los Detalles Físicos Principales

Para poder encontrar las haciendas, los agricultores, los abastecedores de enseres agrícolas, etc., debe relacionar los sitios con respeto a caminos y senderos y razgos topográficos dominantes. Tiene que conocer y comprender los detalles principales físicos y demográficos del sitio del trabajo. Estos incluyen:

- Los detalles topográficos--la elevación, los riachuelos, los lindes que se reconocen en la localidad como puntos de referencia, los valles, los terrenos agrícolas y los no-agrícolas.
- Las comunicaciones (caminos y senderos)--el acceso según las estaciones, las distancias, el largo de los viajes, y el modo de transporte entre los sitios.
- La demografía--las ubicaciones de las comunidades (y los nombres locales, los agricultores.
- La infraestructura--los sistemas de riego y de drenaje, las tiendas de abastecimientos agrícolas, las escuelas, las oficinas del servicio de extensión, etc.

Puede hacer un mapa de referencias de base que muestra estos detalles, usando sus propias observaciones tanto como los mapas de carreteras, mapas geográficos, o mapas de

investigaciones del suelo/utilización de la tierra asequibles por medio de las agencias del gobierno y las organizaciones internacionales o regionales en el área.

Conozca el Clima y las Normas Atmosféricas

### Las Fuentes de Información

- Los archivos de la estación meteorológica--Consiga todos los datos atmosféricos de la estación meteorológica más cercana al sitio de su trabajo. El valor de orientación dependerá de la cercanía de la estación y su eficiencia en representar las condiciones del área.
- Los mapas en relieve--La elevación es el mayor determinante de temperatura en los trópicos; acuérdesse que por cada alza de 100 m en elevación, la temperatura en promedio (mediano) baja como  $0.65^{\circ}$  C.
- Los agricultores locales --Los datos oficiales meteorológicos pueden ser valiosos, pero no esenciales. La información sobre el clima y las normas atmosféricas locales se pueden conocer por medio de los agricultores locales capacitados.

Ud. puede dibujar una gráfica de las lluvias que es suficientemente exacta para la orientación inicial simplemente por medio de archivar sistemáticamente el comentario del agricultor sobre la distribución estacional de la lluvia; lo mismo se puede hacer con las variaciones estacionales de temperatura.

### Lista de clima y meteorología

Elabore cuadros o gráficas mostrando la distribución de lluvias usando estos criterios:

- La graduación de seco á húmedo: (Vea la sección sobre lluvias, Capítulo 2.)
- La frecuencia de lluvias: las veces que normalmente llueve durante una semana o un mes.

Los factores de riesgo asociados con el clima y las condiciones atmosféricas (por ejemplo, las sequías, el granizo, los vientos fuertes, las inundaciones) se pueden establecer pidiéndole a los agricultores que se acuerden de los años de malas cosechas a través de varios años. Distinga los factores meteorológicos de las otras causas como los insectos y las enfermedades.

Relativo a la temperatura, asegúrese de anotar:

- Los promedios de temperatura mensuales.
- Los períodos de temperaturas significativamente altas o bajas.
- La primera y la última helada dañina, si es aplicable.

Estudie los Sistemas y las Prácticas Agrícolas

Identifique las empresas principales de cultivos y ganados en el área del trabajo.

Por cada una de las empresas de cultivo que predomina en el área, indique lo siguiente y note cualquier variación local:

- La estación del cultivo--Indique la estación normal del cultivo y las variaciones (temprano-tarde), y haga un calendario de cultivos usando las gráficas de línea y barra (vea la sección sobre la lluvia; Capítulo 2).
- Describa las prácticas de producción --No confunda las prácticas recomendadas por el servicio de extensión con éstas generalmente aceptadas por los agricultores. Su interés debe ser las prácticas actuales usadas por la mayoría de los agricultores del área. Note cualquier diferencia significativa entre diferentes grupos de agricultores.

- Describa las prácticas principales de preparación de la tierra--Especifique las fechas de aplicación más tempranas y las más tardes e indique el nombre local de la práctica. Por ejemplo, en muchas áreas de Centro America, la práctica de aporcar el maíz (tirar tierra dentro del surco) se llama el "aproque".
- Describa el tipo y la cantidad de material asociados con la práctica. Esto incluye la cantidad aplicada, el método y el tiempo de la aplicación, y los días laborales de la mano de obra.

Calcule los rendimientos y las entradas

En esta etapa de la orientación no es necesario hacer un estudio detallado de costos y rendimientos. La búsqueda de tales datos puede causar sospechas locales o temores de impuestos futuros. Es suficiente hacer estimaciones de los costos de producción y de los rendimientos brutos y netos.

- Anote los rendimientos reportados por cada unidad de terreno.
- Apunte los precios recientes y las fechas de las ventas.
- Multiplique los precios recientes por el rendimiento promedio aproximado para calcular una aproximación de rendimientos brutos.
- Reste los costos de producción aproximados de los rendimientos brutos para obtener los rendimientos netos aproximados. Hay dos maneras de hacer esto: rendimiento neto a capital, terreno, y fuerza laboral de la familia donde los únicos costos que cuenta son los de la mano de obra alquilada, o rendimiento neto a terreno y capital en cual caso un coste de oportunidad (valor de sustitución) tiene que ser añadido a la fuerza laboral familiar y restado del rendimiento bruto. La primera forma es la más fácil.

Indique las tendencias relativas de la producción

- Evalúe el porcentaje de la cosecha que llega al mercado.

- Identifique los mercados locales principales (los compradores).
- Indique el movimiento estacional de la producción fuera de la hacienda: ¿es vendido durante la cosecha? ¿es parte vendido a la cosecha, y parte guardado en espera de precios más altos?
- Indique las fluctuaciones estacionales de precios (el promedio por varios años).

Enumere los materiales de producción ajenos que son disponibles al nivel local. ("Disponible" quiere decir cuando se necesitan.)

- Abastecimientos para la producción de la cosecha (anote las marcas, los grados, y los precios por unidad): los abonos, insecticidas, fungicidas, herbicidas, enseres de mano, el equipo operado a mano, las semillas, etc.
- La maquinaria y los equipos agrícolas (si se usan): los tractores (el caballo de fuerza y el manufacturero), los implementos, las bombas para el riego, etc.
- Los servicios: como servicios de maquinaria y los precios cobrados, y servicios profesionales (indique si son públicos o privados), asistencia técnica y muestreo del suelo, etc.

Resuma los Datos

La agricultura de cada área tiene su horario o ritmo de estaciones que controlan las labores y las actividades. El orientarse al ritmo del tiempo es importante al trabajo eficiente del extensionista.

La mejor manera de hacer ésto es resumir la fase inicial de la orientación con gráficas y cuadros de calendarios que muestran el ritmo estacional del clima, la agricultura y la vida social local.

Las siguientes gráficas, cuadros y observaciones fueron formadas por un grupo de Voluntarios del Cuerpo de Paz

trabajando como agentes de crédito rural en la región Pacífica de Nicaragua durante un ejercicio de entrenamiento y orientación. Los principios pueden aplicarse al nivel mundial.

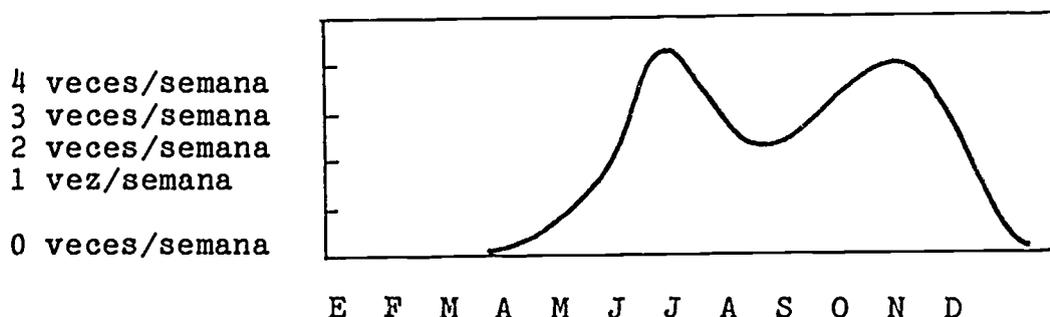
Haga un calendario generalizado del clima y las normas atmosféricas

Haga un trazado de la distribución mensual normal de lluvia según los datos de los agricultores, usando términos como "húmedo", "seco", "alguna lluvia", "época de más lluvias", "la lluvia se aminora", etc. Hay tres formas de hacer esto:

1. Use la frecuencia de lluvia para medir la distribución estacional (vea el Cuadro de Frecuencia de Lluvias).
2. Use una graduación de seco-a-húmedo.
3. Mida la lluvia, si tiene acceso a datos meteorológicos seguros.

Indique la extensión y la frecuencia de las desviaciones posibles de las modalidades de lluvia normales según los datos que ha recibido de los agricultores, o los informes recopilados por la estación meteorológica. (Vea el Cuadro de Frecuencia de Lluvias).

Frecuencia de Lluvias



Haga un calendario de actividades agrícolas

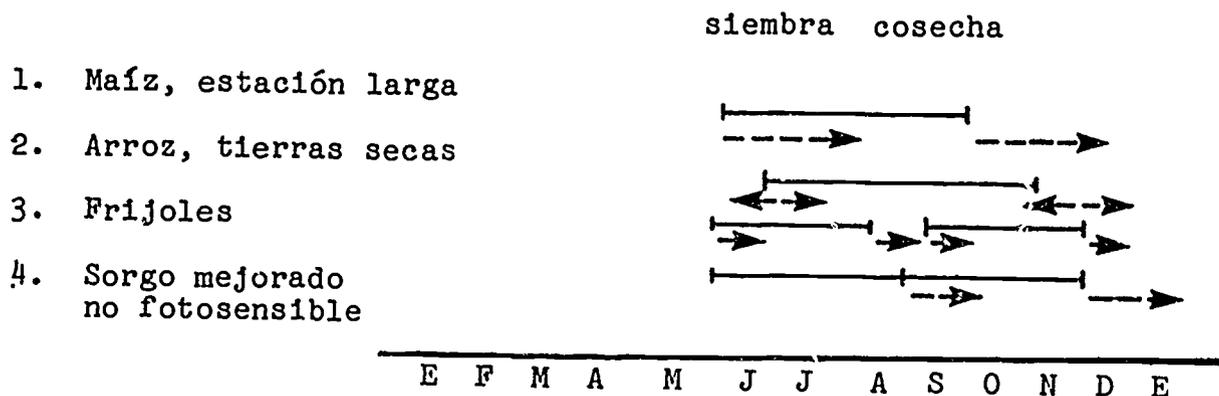
Por cada cultivo principal, muestre la duración y la extensión posible de la estación del cultivo, incluyendo las variaciones posibles en las épocas de la siembra y la cosecha.

(vea el ejemplo siguiente: Calendario de Cultivos)

Indique el horario de las operaciones críticas y los requerimientos laborales relativos de cada operación.

(Vea el ejemplo siguiente de la página 43: La Distribución del Trabajo)

Ejemplo: Calendario de Cultivos, Las Sembradas y Su Orden de Importancia en la Region Esteli de Nicaragua



Indique la demanda de mano de obra estacional relativa, si hay períodos de movimiento de la fuerza laboral entrando o saliendo del área. Determine la demanda estacional de otros materiales: acuérdesse que un material no se considera importante si el agricultor no cree que lo necesita. (Por ejemplo, si el abono no se está usando generalmente, no se considera un material esencial)

Haga un calendario de actividades económicas relacionadas a la agricultura.

Indique la demanda relativa por crédito de corto plazo para la producción.

(Vea el ejemplo de la próxima página: Demanda de Crédito de Producción)

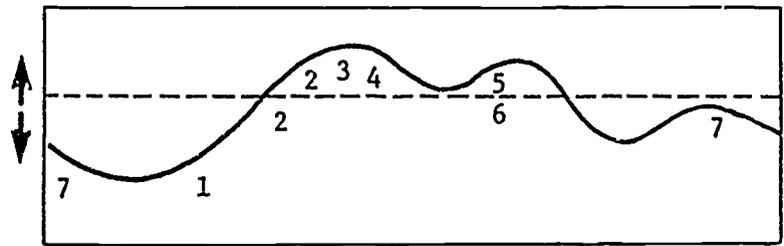
Muestre las modalidades de mercadotécnica estacionales (la tasa de venta de la cosecha)

Haga una gráfica de las fluctuaciones de precios durante la estación.

Ejemplo: Distribución del Trabajo y los Tiempos de las Operaciones Agronomas Principales en la Región Estelí de Nicaragua

Ayuda adicional requerida

La mano de obra de la familia es suficiente

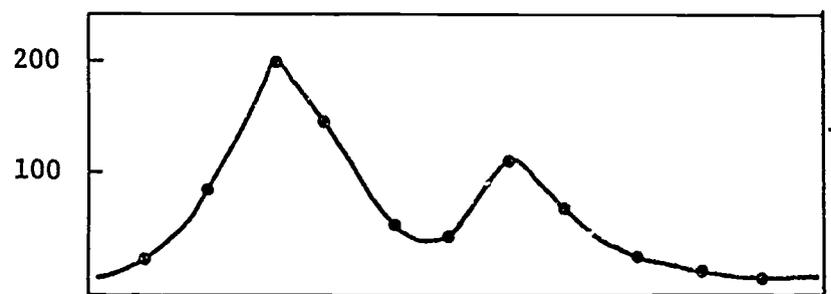


E F M A M J J A S O N D E

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| 1. Limpieza del terreno  | 5. Primera cosecha |
| 2. Preparación del suelo | 6. Segunda cosecha |
| 3. Siembra principal     | 7. Cosecha         |
| 4. Escardamiento         |                    |

Ejemplo: Demanda de Crédito de Producción del Banco Nacional de Nicaragua

No. de solicitudes de crédito mensuales



E F M A M J J A S O N D E

Haga un calendario de las actividades sociales que incluyen fiestas religiosas y otras fiestas u obligaciones sociales determinadas por las estaciones.

El resumen concluye la fase de orientación inicial. Con un buen entendimiento del medio ambiente agrícola local y de las prácticas agrícolas, Ud. está listo para continuar al paso siguiente: la orientación a la explotación agrícola individual.

### LA ORIENTACION A LA EXPLOTACION AGRICOLA INDIVIDUAL

El aprender a comunicarse efectivamente con los agricultores individuales sobre sus empresas agrícolas y sus negocios agropecuarios le ayudará a salir de la etapa de preguntas y entrar en un papel más activo. Su expresión de interés en los negocios de la hacienda es la forma y el objeto de sus comunicaciones con los agricultores y le mejora sus relaciones y su credibilidad.

Describa las Haciendas Típicas

Elabore un modelo general de la hacienda que sea representativo de cada tipo de unidad agrícola que encontrará en su trabajo.

Describe el Ciclo Agrícola Anual  
Desde el Punto de Vista del Agricultor

Para cada tipo de explotación agrícola con que Ud.  
probablemente trabajará, elabore un jornal anual que indique:

- Las operaciones normales por mes o estación
- Las decisiones que el agricultor tiene que hacer relativo a estas operaciones.
- Los intereses del agricultor durante el año, como la venida de las lluvias, los períodos secos, los daños a los cultivos por los pájaros, el abastecimiento de materiales, la realización oportuna de operaciones, etc.

### 3. Una Introducción a los Cultivos de Referencia

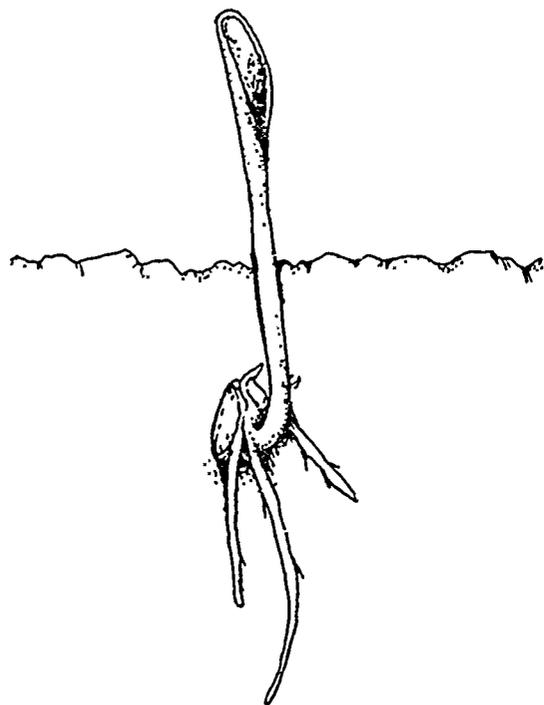
Hay varias razones por las cuales los seis cultivos de referencia -- el maíz, el sorgo, el mijo, el cacahuete, los frijoles y las arvejas de vaca -- se agrupan en un manual. Todos los cultivos de referencia son cultivos de hileras (cultivados en hileras) y por esta razón, tienen en común varias prácticas de producción iguales. También, en los países en desarrollo dos o más de los cultivos con frecuencia son comunes a cualquier región agrícola y muchas veces están inter-relacionados por razones de rotación de cultivos y cultivo intercalado (vea el Capítulo 4, p.125). Además, todos son productos principales alimenticios. Los países en desarrollo son los productores principales de las cosechas de referencia, con la excepción del maíz.

#### LOS GRANOS CONTRA LAS LEGUMINOSAS

El maíz, el sorgo, y el mijo son cultivos que se consideran cereales, junto con el arroz, el trigo, la cebada, la avena, y el centeno. Los núcleos maduros y secos (las

semillas) con frecuencia se llaman granos. Todos los cultivos cereales pertenecen a la familia de hierbas (Gramineae) que representa la porción principal de la división monocotiledóneas (Monocotyledonae) de las plantas florecientes (productoras de semillas). Todas las plantas monocotiledóneas emergen de la tierra con una sola hoja inicial que se llama el lóbulo o el cotiledón.

Los cacahuetes, los frijoles y las arvejas de vaca se conocen como leguminosas, legumbres de granos, o legumbres, junto con otros como el poroto de manteca, la soya, el garbanzo, la arvejas, la judía de Mungo, y el guisante. Las leguminosas pertenecen a la familia de legumbres (Leguminosae) cuyas plantas producen sus semillas en vainas. Algunas leguminosas como el cacahuete y la soya también se llaman semillas oleaginosas por su contenido alto de aceite vegetal.



(Izquierda) Una planta de semillero de maíz en estado de emergencia; note que tiene sólo un lóbulo, lo que lo identifica como monocotiledónea. Las monocotiledóneas emergen del suelo con una espiga. Generalmente tienen menos problemas con los terrones y el polvo que las dicotiledóneas.

Cuadro 2

La Producción Regional y Mundial de los Cultivos de Referencia  
(Datos del 1977 de la Organización de Agricultura y Comestibles)

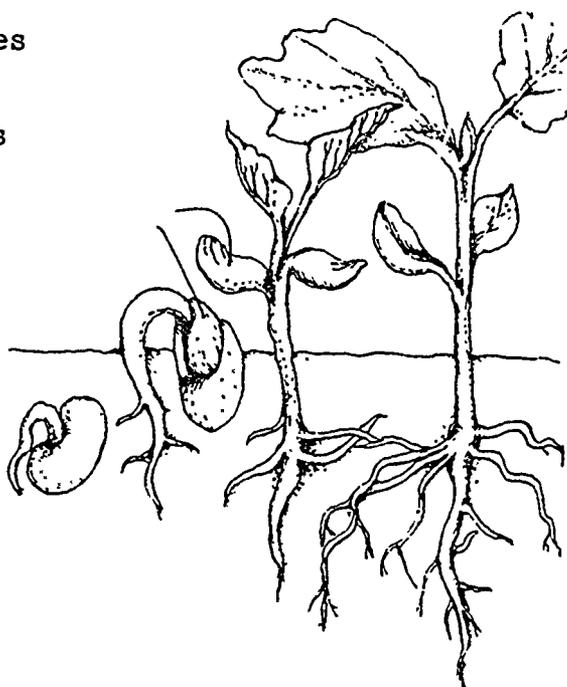
<u>El cultivo</u>	<u>La Producción Mundial</u>	<u>El Porcentaje de</u>	
	<u>Total</u> (en millones de toneladas metricas)	<u>Producción Mundial</u> Países en Desarrollo	<u>Naciones</u> Desarrolladas
MAIZ	350.0	32.4	67.6
SORGO	55.4	59.9	40.1
MIJO	42.9	95.1	4.9
CACAHUETES	17.5	88.2	11.8
FRIJOLES, Y ARVEJAS DE VACA	12.9	86.1	13.9

Las leguminosas pertenecen a la otra división principal de las plantas florecientes que se llaman dicotiledóneas (Dicotyledonae). Siendo diferentes a las monocotiledóneas, las plantas dicotiledóneas emergen de la tierra con dos cotiledones.

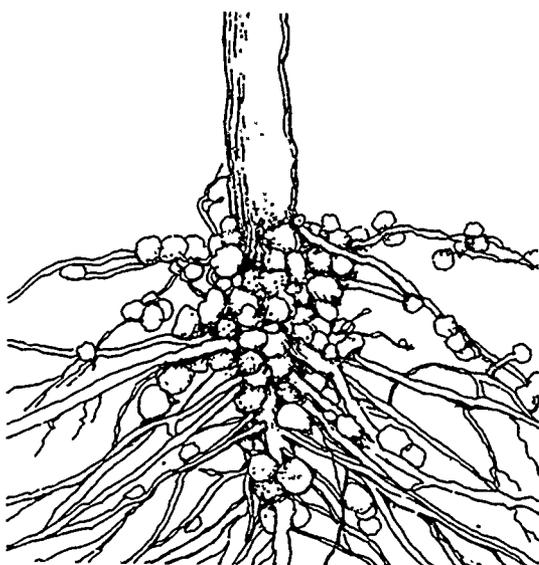
Además de ésto, las leguminosas tienen dos características sobresalientes para los agricultores y los consumidores:

- Contienen de dos a tres veces más proteína que los granos (Vea el Cuadro 3).
- Las leguminosas obtienen el nitrógeno para sus propios requerimientos por medio de una relación simbiótica (mutualmente beneficiosa) con varias especies de la bacteria Rhizobia que forman nódulos en las raíces de las plantas (vea la ilustración de la página 50). El nitrógeno es el alimento que las plantas necesitan más y también es el más costoso cuando se compra como abono químico. Las bacterias Rhizobia viven de pequeñas cantidades de azúcares producidas por la planta leguminosa y, de vuelta, convierten el nitrógeno atmosférico (normalmente no-disponible a las plantas) en una forma que se puede usar. Este proceso beneficioso se llama la fijación del nitrógeno. En contraste, los granos y otros cultivos no-leguminosos dependen totalmente del nitrógeno del suelo o de los abonos.

(Derecha) un planta de frijoles en germinación; note los dos cotiledones (lóbulos) que originalmente formaron las dos mitades de la semilla



### EL VALOR NUTRITIVO DE LOS CULTIVOS DE REFERENCIA



Los nódulos fijadores del nitrógeno en la base de las raíces de una planta de frijoles. Note que están pegados a las raíces y no son una parte de la raíz.

A pesar de la necesidad urgente de aumentar la producción de ambos cultivos de granos y de leguminosas en los países en desarrollo, la mayoría de los esfuerzos de mejoramiento de cultivos de la "Revolución Verde" pusieron el énfasis en los granos (vea la página 419. Por consecuencia, los rendimientos de leguminosas en la región han mostrado poco o ningún aumento. En algunas áreas la producción total de leguminosas ha bajado en comparación a los granos, aunque

muchos países en desarrollo sufren de una escasez crónica de proteína. Afortunadamente, esta situación se está corrigiendo.

Los granos, que tienen un contenido alto de almidón (fécula) y precios más bajos, forman una fuente principal de energía (calorías) en los países en desarrollo. Allí el consumo de granos es suficientemente alto para contribuir una cantidad sustancial de proteína a las dietas de los niños mayores y los adultos (aunque todavía queda bastante bajo los requerimientos de cantidad y calidad). Otra ventaja es que los granos contienen varias vitaminas y minerales, incluso la Vitamina A que se encuentra en las variedades amarillas del maíz y el sorgo. Suplido por una dieta conteniendo grandes cantidades de los granos, el contenido de proteína sigue relativamente bajo (7-14 por ciento) y son proteínas deficientes en varios aminoácidos. Los infantes y los niños, puesto que tienen requerimientos de proteína mucho más altos por cada unidad de peso, y estómagos más pequeños, no reciben la misma cantidad de proteína de los granos que los adultos. Ciertos estudios han mostrado que algunos cultivos de referencia pierden vitaminas y proteína en cantidades sustanciales mediante los métodos tradicionales de preparación (la molienda, el remojado, y el secamiento.)

Las leguminosas tienen contenidos de proteína mucho más altos que los granos (17-30 por ciento en las leguminosas de referencia) y generalmente contenidos más altos de las vitaminas B y los minerales. Desafortunadamente también pueden tener algunas deficiencias de aminoácidos.

Todas las proteínas animales (la carne, las aves, el pescado, los huevos, la leche y el queso) son proteínas completas (que contienen todos los aminoácidos esenciales), pero su costo alto los quita del alcance de mucha de la población en los países en desarrollo.

Cuadro 3

El Valor Nutritivo de los Cultivos de Referencia  
(valores en peso seco)

<u>El Cultivo</u>	<u>Porcentaje de Proteína</u>	<u>Calorías/100 gramos</u>	<u>Calorías/libra</u>
MAIZ	8-10	355	1600
SORGO DE GRANO	7-13	350	1600
MIJO (Perla)	10-13	330	1500
FRIJOLES COMUNES	21-23	340	1550
ARVEJAS DE VACA	22-24	340	1550
CACAHUETES (MANI)	28-32	400	1800

Felizmente sí es posible satisfacer los requerimientos de proteína del ser humano sin depender de las proteínas animales. Los granos y las leguminosas, aunque no sean proteínas completas, pueden balancearse las deficiencias. Los granos generalmente contienen poco del aminoácido esencial lisina, pero tienen relativamente altos contenidos de otro, el metionine. Si se comen juntos o dentro de una tiempo corto de uno al otro y en las proporciones correctas (usualmente una tasa de más o menos 1:2 de leguminosas a granos), las combinaciones como el maíz y los frijoles o el sorgo y los garbanzos forman proteínas

completas. En la mayoría de los países en desarrollo, las leguminosas son más caras que los granos, lo cual hace difícil mantener una dieta balanceada.

## UNA INTRODUCCION A LOS CULTIVOS INDIVIDUALES

El Maíz  
(Zea mays)

### La distribución y la Importancia

En términos de producción total mundial, el maíz y el arroz están en competencia para la segunda posición después del trigo. Varios factores contribuyen a la importancia del maíz:

- El maíz se puede adaptar a muchas variaciones de temperaturas, suelos y niveles de humedad y resiste las enfermedades y los insectos.
- Tiene la potencialidad de altos rendimientos
- Es usado ambos por los animales y la gente

### Tipos de Maíz

Hay cinco tipos principales de maíz:

- El maíz dentado: Es la clase más cultivada en los E.E.U.U. La semilla tiene una capa de almidón suave que se contrae y forma un dentado en la parte superior de la semilla.
- El maíz duro (Flint): Se cultiva en Latinoamérica, Asia, Africa, y Europa. Las semillas son duras y lisas con muy poco almidón suave. Es más resistente a los insectos problemáticos del almacenamiento como los gorgojos que el maíz dentado o el harinoso.
- El maíz harinoso: Es principalmente de almidón suave y se cultiva en la región Andina de Sur América. Es más susceptible a los daños de los insectos del almacenamiento y a la quebradura que las otras especies más duras.
- El maíz reventón: Es una forma extrema del maíz duro.

- El maíz dulce: Por los menos doble el contenido de azúcar del maíz ordinario, se debe comer en su forma inmadura cuando se ha acumulado sólo un tercio del rendimiento potencial del grano. Es mas susceptible a daños de insectos en el campo, especialmente los daños a las mazorcas.

Un tipo con un valor potencial muy alto que se llama maíz alta-lisina y tiene más de doble el contenido de lisina está casi listo para aplicaciones en masa, pero todavía tienen que resolverse problemas de campo y de almacenamiento (vea la sección sobre el mejoramiento del maíz al fin de este capítulo.

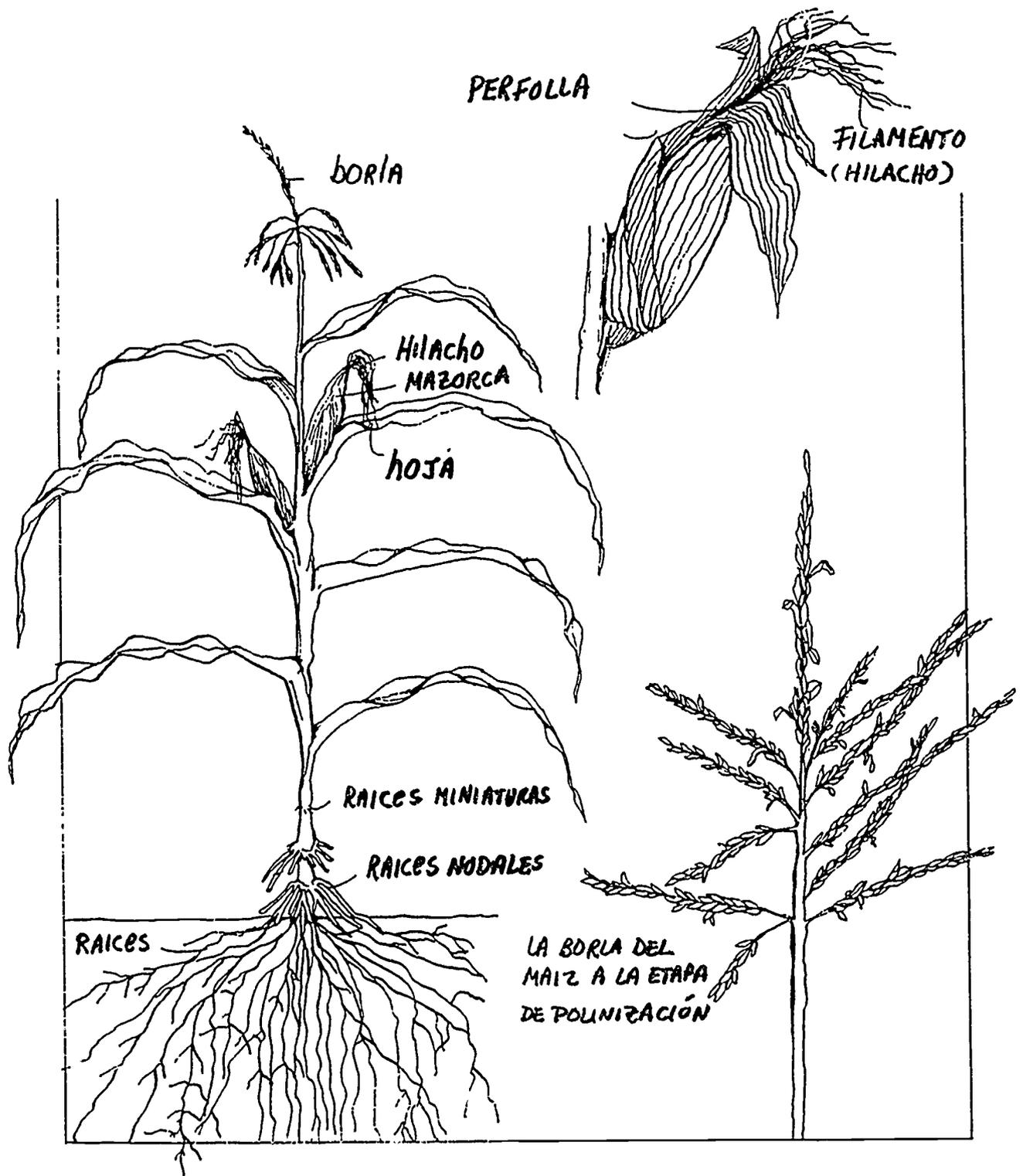
### Rendimientos de Maíz

El rendimiento promedio de grano desgranado (de 14 por ciento de agua) bajo varias condiciones se ve en el cuadro siguiente.

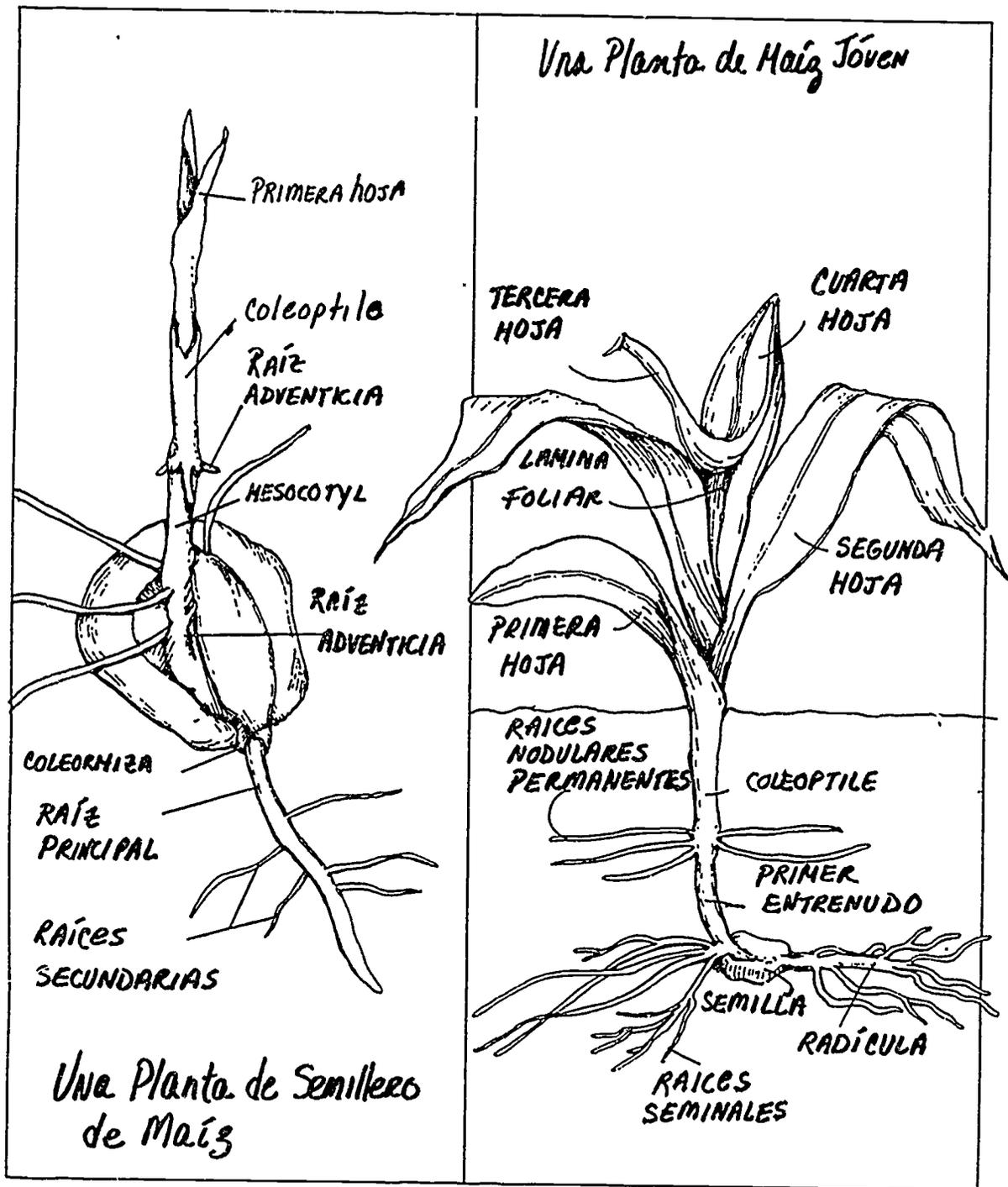
#### Rendimiento Promedio de Grano Desgranado

	<u>libras/acre</u>	<u>kg/hectárea</u>
<u>Los mejores agricultores de la Zona de Maíz de los E.E.U.U.</u>	<u>9,000-12,000+</u>	<u>10,000-13,500</u>
Promedio de los Estados Unidos	5,050	5,700
Promedio de los países desarrollados	4,200	4,700
Promedio de los países subdesarrollados	450-1,350	500-1,500
Promedio posibles para los pequeños agricultores en países subdesarrollados usando prácticas mejoradas	3,500-5,500	4,000-6,000

Fuente: Datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación y del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1977.



Una mazorca de maíz. Cada hilacho (filamento) lleva a un óvulo (semilla potencial) de la mazorca. Las variedades fluctúan en el largo y la tensión de la cobertura de la cáscara. La boria, lo que determina la resistencia a insectos y hongos producidos por la humedad que pueden atacar la mazorca en el campo.



## Los Requisitos Climáticos del Maíz

La lluvia: El maíz no-regado (nutrido con agua de lluvia) requiere un mínimo de 500 mm de lluvia para producir rendimientos adecuados. Idealmente, la gran parte de ésta debería caer durante la estación del cultivo, aunque los suelos profundos arcillosos o fangosos pueden guardar hasta 250 mm de lluvias anteriores en la zona de las raíces del cultivo potencial. Cualquiera de los siguientes factores ayudan a aumentar las necesidades de agua del maíz (y otros cultivos):

- Los períodos de cultivo largos causados por temperaturas bajas.
- Los suelos pocos profundos o arenosos con poca fuerza de absorción.
- El desagüe excesivo causado por la falta de control de erosión en tierras en declive.
- La humedad baja, especialmente en combinación con los vientos.

El maíz tiene un poco de resistencia contra sequías pero no tiene la tolerancia del sorgo y el mijo.

La temperatura: La tasa de crecimiento óptima del maíz aumenta con temperaturas hasta 32-35° C si la humedad del suelo es abundante, pero aminora un poco con temperaturas entre 27-30° C cuando la humedad es sólo adecuada. Si la humedad de la tierra es baja, la temperatura para el crecimiento óptimo baja a 27° C o menos. A temperaturas de 10° C o menos, el maíz crece muy despacio si aún llega a crecer, y queda susceptible a las heladas. A pesar de ésto, las temperaturas en exceso de 32° C reducen los rendimientos si ocurren durante

la polinización. Los rendimientos también se reducen con temperaturas nocturnas excesivamente altas, porque éstas apuran la tasa de respiración de la planta y la "quemadura" de las reservas para el crecimiento.

Requerimientos de Suelo: El maíz crece bien en varios suelos si el desagüe es bueno (sin saturación en agua). Tiene un sistema de raíces profundo (hasta 185cm) y se beneficia de suelos profundos que permiten el almacenamiento de agua durante sequías. El valor pH óptimo para el maíz es entre 5.5-7.5, aunque algunos suelos tropicales producen buenas cosechas con un valor pH de 5.0 (muy ácido). Las necesidades nutritivas y cíclicas del maíz se detallan en el Capítulo 5.

La reacción al largo del día (la duración de la luz diurna): El período de crecimiento de muchas plantas es afectado por el largo diurno. Esto se llama la reacción fotosensible (fotoperiódica). La mayoría de variedades de maíz son plantas de día corto lo que indica que se maduran más temprano si se mudan a una región con días significativamente más cortos de lo que acostumbran. En los trópicos, hay poca variación en la duración de la luz diurna durante el año o entre regiones. Puesto que la mayoría de las variedades de maíz de la zona templada están adaptadas a los días más largos del verano templado, cuando son mudados a los trópicos florecen y se maduran muy rápido para producir buenos rendimientos. La semilla del maíz dulce de la zona templada crece sólo al alto de la rodilla en los trópicos, y produce

mazorcas demasiado pequeñas, a pesar de que lo haga tan rápido! Igualmente, el maíz "gigante" anunciado en algunas revistas de jardinería no es más que una variedad adaptada a los días cortos de los trópicos. Cuando son cultivados en las zonas templadas, los días más largos atrasan la madurez a favor del crecimiento vegetal. Algunas variedades del maíz son neutrales al largo del día con poca reacción a las variaciones de la duración de la luz diurna.

Como fue mencionado anteriormente, el contenido de proteína relativamente bajo y la cantidad de almidón alta hace que sea una fuente más importante de energía (calorías) que de proteína. Mucha gente cree que el maíz amarillo tiene más proteína que el maíz blanco, pero la única diferencia alimenticia entre los dos es la presencia de Vitamina A en la especie amarilla (también se llama el caroteno).

A diferencia de la producción de los países desarrollados, la producción del maíz en los países en desarrollo se usa casi toda para alimento humano en la forma de harina, tortillas o masa gruesa. En las áreas húmedas donde los problemas adicionales de pérdidas hacen el almacenamiento más difícil, una porción grande del maíz se puede comer como el maíz dulce, mientras está en el estado semi-suave e inmaduro.

El maíz tiene muchos usos industriales y comestibles en forma de sus 500 productos y sub-productos. Varios métodos de molienda y procesamiento pueden producir el almidón, el jarabe, los alimentos animales, el azúcar, el aceite vegetal, la dextrina, los cereales, la harina de maíz, y la acetona. El

maíz también se usa para hacer bebidas alcoholicas en muchas partes del mundo.

### Los Períodos de Crecimiento del Maíz

Según la variedad y la temperatura, el maíz llega a la madurez fisiológica (las semillas paran de acumular la proteína y el almidón) entre 90-130 días después de la emergencia de la planta cuando es cultivada en los trópicos a elevaciones de 0-1,000 metros. A más altitud puede demorar entre 200-300 días. Aún a la misma altura y temperatura, algunas variedades se maduran mucho más rápido que otras y se llaman especies tempraneras. La mayor diferencia entre una planta tempranera (90-días) y una tardía (130-días) está en el tiempo entre la emergencia de la planta y la floración (el período vegetativo). Esta etapa varía entre 40 y 70 días. La etapa reproductiva (de la floración a la madurez) de los dos tipos es bastante semejante y varía entre 50 y 58 días. La discusión siguiente describe las etapas de crecimiento y los factores de manejo relacionados al maíz de 120 días.

#### LA FASE I: DE LA GERMINACION A LA FLORACION

Las plantas emergen dentro de cuatro o cinco días bajo condiciones calientes y húmedas pero pueden demorar hasta dos semanas o más bajo condiciones frescas o muy secas. Poca o ninguna germinación o crecimiento ocurre con temperaturas de suelo menos de 13° C. Los hongos e insectos dañinos del suelo siguen activos en suelos fríos y pueden causar bastante daño antes de que las plantas semilleras se puedan establecer.

Los tratamientos fungicidas para semillas (vea el Capítulo 6) son mas beneficiosos bajo condiciones frescas y húmedas y pueden aumentar el rendimiento entre 10 y 20 por ciento.

Las semillas del maíz son grandes y contienen suficientes reservas nutritivas para sostener el crecimiento por una semana o más después de la emergencia. Desde ese punto las plantas tienen que depender de la nutrición suplida por el suelo o el abono. Hasta que lleguen al tamaño de un metro, los tres alimentos principales -- el nitrógeno, el fósforo, y el potasio -- se necesitan en cantidades relativamente bajas, pero las plantas semilleras jóvenes necesitan una alta concentración de fósforo cerca de las raíces para estimular el desarrollo de éstas.

Las raíces primarias llegan a su desarrollo completo como dos semanas después de la emergencia de la planta semillera y entonces son reemplazadas por las raíces permanentes (que se llaman raíces nodales) que comienzan a crecer de la copa (la base subterránea de la planta entre el tallo y las raíces). La profundidad de la siembra determina la profundidad en donde se forman las raíces primarias pero no tiene efecto sobre la profundidad donde comienzan a desarrollarse las raíces permanentes.

Hasta que las plantas lleguen a la etapa de un metro, el punto de crecimiento o el ápice (un pequeño racimo de células de donde engendran las hojas, las borlas, y las mazorcas) todavía se encuentra bajo el nivel del suelo, encerrado en una vaina foliar. Una helada ligera o un

granizado puede matar la porción de la planta arriba de la tierra, pero por lo general el punto de crecimiento (si está bajo la tierra) escapa el daño, y la planta puede revivir. Sin embargo, una inundación a esta etapa es más dañina que más tarde cuando el punto de crecimiento ha subido arriba de la tierra con el tallo.

El punto de crecimiento hace un papel vegetativo en producir nuevas hojas (como una cada dos días) hasta que las plantas llegan a un metro de altura; cuando ocurre un cambio mayor. Dentro de unos días, el punto de crecimiento (ápice) subterráneo es llevado arriba de la tierra por el crecimiento del tallo y cambia de producción de hojas a iniciación de borlas o hilachos dentro de la planta. (Abra una planta a lo largo durante esta etapa y puede ver fácilmente el punto de crecimiento como una punta dentro del tallo). En esta etapa las raíces de las plantas cercanas se han encontrado y se han cruzado en los espacios entre las hileras (en hileras hasta un metro de ancho).

Desde la iniciación de borlas hasta su emergencia hay una demora de cinco a seis semanas y es un período de crecimiento muy rápido en la altura de la planta, el tamaño de la hojas, y el desarrollo de las raíces. La máxima profundidad de raíces puede llegar a 180 cm. bajo condiciones óptimas de suelo, humedad, y condiciones fértiles y llega a su cumbre al mismo tiempo de la emergencia de las borlas.

El uso máximo de nutrimentos ocurre entre tres semanas anteriores a tres semanas después de la iniciación de

borlas y el uso máximo de agua ocurre desde esta etapa de floración de borlas hasta la etapa de masa-suave (como tres semanas después de la floración.

LA FASE II:  
LA FLORACION Y LA POLINIZACION

La floración ocurre 40-70 días después de la emergencia de la planta en las variedades de 90-130 días. La borla (flor) brota de la vaina foliar entre uno y dos días antes de comenzar a producir el polen. La derramada del polen comienza dos o tres días antes de que los hilachos broten del punto de la mazorca y continua por cinco a ocho días. Si las condiciones son favorables, todos los hilachos o filamentos emergen dentro de tres a cinco días y la mayoría quedan polinizados el primer día.

Cada hilacho lleva a un óvulo (una semilla potencial). Cuando un grano de polen cae sobre un hilacho, brota un tubo polínico que crece por el centro del hilacho y fertiliza el óvulo al otro extremo dentro de horas. La escasez de polen raramente es un problema puesto que se producen 20,000-50,000 granos de polen por cada hilacho. La mala llenada de la mazorca (el número de granos en una mazorca) o los granos saltados casi siempre son causados por la emergencia atrasada de los hilachos o por la aborción del óvulo, ambas condiciones siendo el resultado de sequías, apiñamiento, o falta de nitrógeno y fósforo. El calor excesivo (más de 35°C) puede disminuir la potencia del polen y también puede afectar la llenada de la mazorca. Algunos insectos como el crisomélido

(Diabrotica ssp.) o el escarabajo japonés (Polillia japonica) pueden cortar los hilachos antes de la polinización.

El maíz recibe polinización cruzada, y por lo general más del 95 por ciento de los granos de una mazorca reciben el polen de las plantas cercanas. Esto también significa que las diferentes variedades del maíz, como los tipos alta-lisina se deben mantener aisladas de otro polen maicero para poder retener sus características beneficiosas.

La polinización es un período muy crítico durante el cual existe una demanda alta de ambos agua y alimentos. Si pasan uno o dos días en que se marchitan las plantas durante este período los rendimientos pueden acertarse hasta 22 por ciento y una sequía de seis a ocho días puede aminorar el rendimiento por 50 por ciento.

Unos pocos días después de la polinización los hilachos comienzan a marchitarse y a ponerse pardosos. Los hilachos no-polinizados quedan pálidos y frescos por varias semanas pero como se explicó anteriormente, sólo pueden recibir el polen por el período de una semana después de emerger del punto de la mazorca.

LA FASE III:  
DESDE EL DESARROLLO DEL GRANO A LA MADUREZ

La mayoría de mazorcas de maíz tienen 14-20 hileras con 40 o más óvulos en cada hilera y producen entre 500-600 granos individuales. Cualquier escasez de agua, alimentos, o sol durante las primeras semanas del desarrollo del grano por lo general afecta primero a los granos al punto de la mazorca,

causando que se sequen o se aborten. El maíz es muy susceptible a la carencia de humedad (la deficiencia de agua) en esta etapa porque requiere más agua en este período (hasta 10 mm por día bajo condiciones muy calientes y secas).

Los daños del viento durante el desarrollo inicial de los granos normalmente no es serio aunque las plantas sean casi tumbadas, puesto que todavía tienen la habilidad de subir como "el cuello de un ganso" y llegar a una posición casi vertical.

#### Las Etapas en el Desarrollo del Grano de Maíz

- La etapa de la ampolla: Como 10 días después de la polinización cuando los granos comienzan a hincharse, pero contienen líquido con muy poca materia sólida.
- La etapa de la mazorca de asar: Como 18-21 días después de la polinización. Aunque el maíz de campo tiene un contenido de azúcar mucho más bajo que el maíz dulce, en esta etapa todavía es dulce. En esta etapa los granos han acumulado sólo un tercio de la materia sólida que tendrán a la madurez fisiológica. Desde este punto cualquier escasez con más probabilidad afectaría el tamaño del grano en vez del llenado de grano en el punto de la mazorca.
- La etapa de la masa: Como 24-28 días después de la polinización.
- Acercándose a la madurez: Al acercarse la madurez, las hojas inferiores comienzan a amarillentarse y morir. En una planta sana y bien nutrida, esto no debe ocurrir hasta que la mazorca esté casi madura. No obstante, cualquier factor de escasez--la sequía, la baja fertilidad del suelo, el calor excesivo, las enfermedades--puede causar la muerte prematura de las hojas. Idealmente, la mayoría de las hojas todavía deben estar verdes cuando las cáscaras (vainas o perfollos) comienzan a madurar y ponerse pardas. La muerte temprana de la planta de maíz puede reducir los rendimientos y resultar en granos pequeños y encogidos.
- La madurez fisiológica: Como 52-58 días después el 75 por ciento de los hilachos de la siembra han brotado. Los granos han llegado a su rendimiento máximo y han parado de acumular materia sólida. Pero todavía contienen como 30-35 por ciento de humedad,

lo cual es muy húmedo para que la cosecha por máquina recolectora se haga sin daños, o para el almacenaje sin pérdidas (con la excepción de mazorcas en un granero (cajón) angosto; vea el Capítulo 7). Los pequeños agricultores usualmente dejan el maíz en el campo sin cosechar por varias semanas para permitir que se seque más. En algunos sitios, especialmente en Latinoamérica, es una práctica común doblar las mazorcas (o las plantas y las mazorcas) hacia abajo para prevenir que la entrada de lluvia por las puntas de las mazorcas cause pérdidas. También ayuda a aminorar el daño hecho por los pájaros y permite entrar la luz del sol a las plantas intercaladas que se siembran en esta etapa.

El número de mazorcas en cada planta: La mayoría de razas de maíz tropicales y sub-tropicales generalmente producen dos o tres mazorcas buenas en cada planta bajo buenas condiciones. En contraste, la gran parte de las variedades de la zona maicera de los Estados Unidos son de una sola mazorca. Una ventaja de las variedades de mazorcas múltiples (con frecuencia llamadas las prolíficas) es que tienen una capacidad compensadora en caso de condiciones adversas y para poder producir por lo menos una mazorca.

El Sorgo de Grano (*Sorghum bicolor*)

#### La distribución e importancia

Aunque el sorgo formó sólo el 3.6 por ciento de la producción total mundial de cereales en el 1977 (datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentos), varios factores contribuyen a que sea un cultivo especialmente importante en el Tercer Mundo:

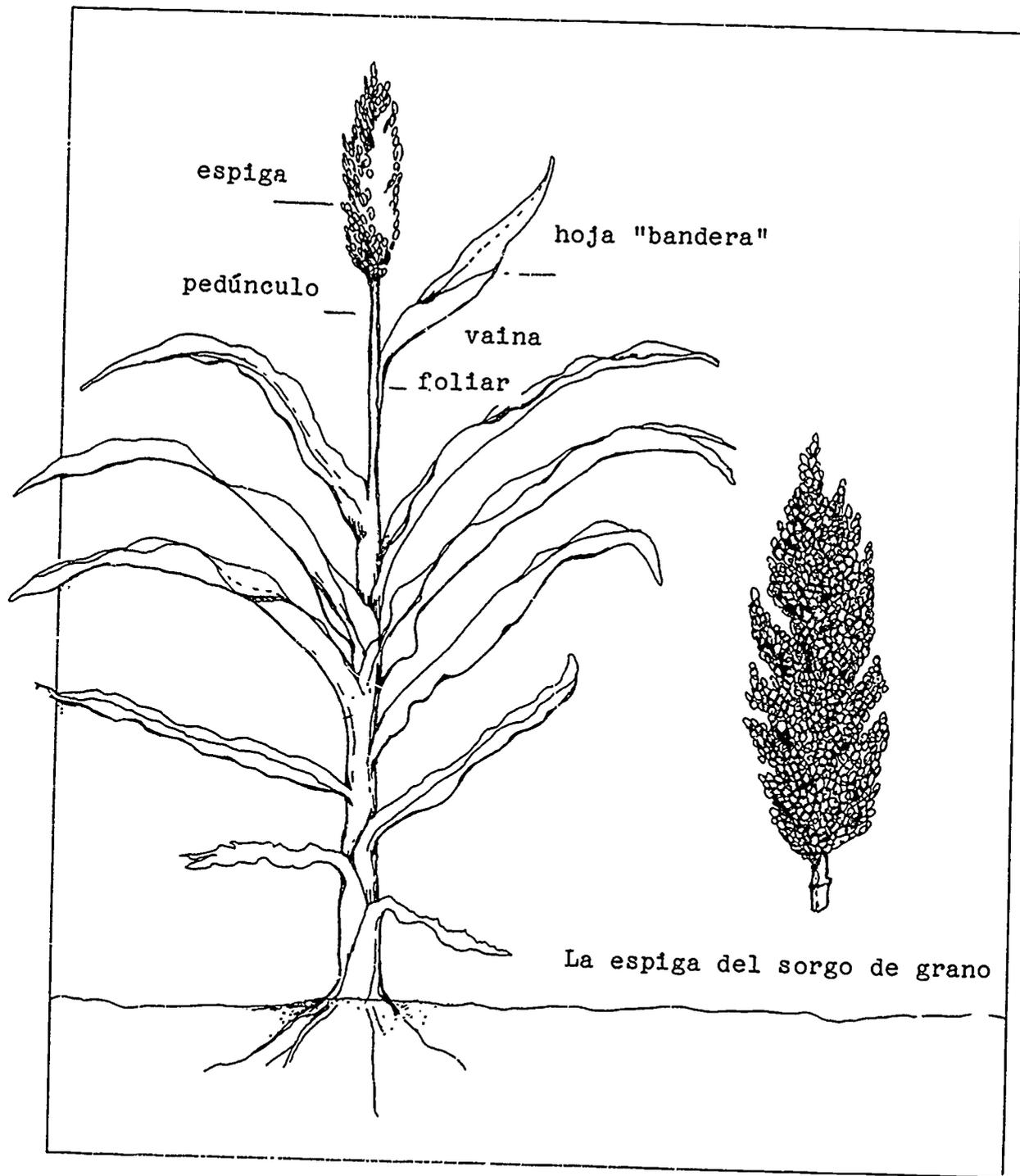
- Los países en desarrollo forman el 60 por ciento de la producción mundial del sorgo.

- Es un cultivo resistente a las sequías y tolerante a las temperaturas altas y especialmente bueno para las áreas de lluvia marginal de los trópicos semi-áridos (como las zonas sabana y Zahel de Africa donde las escaseces de comida han sido críticas).

### Tipos de Sorgo

El Sorgo de Grano comparado al Sorgo de Forraje: En los países desarrollados donde se cultiva el sorgo, hay una distinción definitiva entre el sorgo de forraje y el sorgo de grano. Por ejemplo, en los E.E. U.U. (donde el sorgo de grano con frecuencia lleva el nombre "milo"), casi todos los tipos de sorgo de grano se han reproducido con genes enanos para reducir la altura de las plantas a 90-150 cm para poder hacer la cosecha más eficientemente por máquina. En contraste, el sorgo de forraje es mucho más alto y tiene semillas más pequeñas y una tasa más alta de tallo y hojas a grano. Se usan principalmente para forraje de ganado como forraje verde fresco o forraje de ensilaje (el forraje verde preservado por un proceso de fermentación), pero a veces son apacentados. El sorgo del Sudán es una variedad del sorgo de forraje con espigas especialmente pequeñas y hojas de tallo delgado. También se encuentran cruces sorgo-sudán.

En los países en desarrollo, especialmente donde el ganado es de importancia, la mayoría de las variedades del sorgo de grano tradicionales tienen algunas características del tipo forraje como altura y alta proporción de tallo a hojas.



La planta del sorgo de grano cerca de la maduración

Hay muchas variedades regionales entre los tipos locales de sorgo de grano:

RENDIMIENTOS DE GRANO SECO

	<u>Libras/Acre</u>	<u>Kg/Hectárea</u>
Rendimientos más altos en los Estados Unidos bajo riego	9,000-12,000	10,000-13,400
Rendimientos más altos de grano sin riego (lluvia)	5000-8000	5600-9000
Promedio en los E.E.U.U.	3130	3520
Promedio de los países desarrollados	2900	3260
Promedio de los países en desarrollo	400-800	450-900
Rendimientos posibles sin riego para agricultores usando prácticas mejoradas	3360-5000	3000-4500

El Sorgo Dulce y el Sorgo de Escoba: Los tipos de sorgo dulce tienen tallos altos y jugosos (suculentos) con un contenido alto de azúcar y se usan para hacer jarabe y también para el alimento de animales en la forma de ensilaje y forraje. El sorgo escobero es un tipo de sorgo cultivado por su cepillo, que se usa principalmente en hacer escobas.

Rendimientos de sorgo:

El sorgo de grano muestra más estabilidad de rendimientos bajo condiciones de cultivo variadas que el maíz.

A pesar de que sobrepasa el maíz en rendimientos durante períodos de lluvias más bajas de lo normal, el cultivo puede sufrir daños bajo condiciones de muchas lluvias. Los rendimientos de grano seco (14 por ciento de humedad) se muestran bajos varias condiciones de cultivo en la página 69 (basado en datos de la Organización de Agricultura y Alimentos, El Departamento de Agricultura de los E.E.U.U., e institutos internacionales de estudios agrícolas).

El contenido de proteína comparado al rendimiento: El contenido de proteína de los granos del sorgo puede variar bastante (7-13 por ciento en suelos bajos en nitrógeno) según las diferencias en las lluvias. Puesto que el nitrógeno (N) es una parte importante de la proteína, el contenido de proteína del grano tiende a ser más alto durante las condiciones de poca lluvia que acorta los rendimientos y concentra la porción limitada de N en una cantidad más pequeña de grano. La fluctuación de proteína es mucho menos en suelos que contienen niveles adecuados de nitrógeno.

#### Requerimientos Climáticos del Sorgo

El sorgo de grano tolera muchas variedades climáticas y del suelo.

LLuvia: La planta del sorgo, además de ser mas resistente a calor y sequía que la del maíz, también sobrevive la saturación en agua periódica sin sufrir mucho daño.

Las áreas más extensas del cultivo del sorgo de grano se encuentran donde la lluvia anual es entre 450-1,000 mm,

aunque estas regiones de lluvias copiosas favorecen el desarrollo de variedades del mildiu de la espiga que atacan los granos del sorgo. Las razas de sorgo de grano con espigas más abiertas son menos susceptibles al mildiu de las espigas.

Varios factores forman la tolerancia a sequías del sorgo de grano:

- Bajo condiciones de sequía las plantas se convierten en plantas latentes y cierran sus hojas para aminorar las pérdidas de agua usada en la transpiración (la pérdida de agua por los poros de la hoja).
- Las hojas están cubiertas de una sustancia viscosa que ayuda a reducir la transpiración.
- Las plantas tienen un requerimiento bajo de agua por cada unidad de peso seco producido y tienen un sistema de raíces extenso.

#### Los Requerimientos de Temperatura y Suelo:

Aunque el sorgo tiene bastante tolerancia a las temperaturas altas, también hay variedades cultivadas en las elevaciones altas que muestran tolerancia a las temperaturas frescas. Las escarchas pueden matar la porción de la planta que está arriba del suelo, pero las plantas tienen la capacidad de hechar hojas desde la copa (brotar).

El sorgo puede tolerar suelos acídicos (hasta un valor de pH 5.0 o un poco menos) mejor que el maíz, pero también es más resistente al alto contenido salino de algunos suelos ( una condición que por lo general se encuentra en suelos con un valor del pH más de 8.0).

#### La reacción a la duración de la luz diurna (fotosensibilidad)

La mayoría de las variedades tradicionales del sorgo en los países en desarrollo son muy fotosensibles. En estos

tipos fotosensibles, la floración es estimulada por un largo diurno crítico y no ocurre hasta que llegue éste largo específico, por lo general al final o poco antes del final de las lluvias. Esta floración tardía permite que las semillas se desarrollen y se maduren durante las condiciones más secas, dependiendo de la humedad retenida del suelo. (Esto es una adaptación que permite que las espigas escapen el crecimiento fungal durante las condiciones húmedas y lluviosas.) Estas variedades fotosensibles no rinden tan bien fuera de su lugar nativo (especialmente más al norte o al sur) puesto que su fechas de formación de espigas quedan relacionadas a la estación pluvial y las normas del largo del día de su medio ambiente original. No obstante esta aparente adaptación a sus propias áreas, las variedades fotosensibles tradicionales tienen una potencialidad de rendimientos relativamente bajos y ocupan el terreno por un tiempo más largo antes de producir un rendimiento bueno (a causa de sus fechas fijas de floración). Además, siempre hay el peligro de que las lluvias se vayan antes de tiempo y dejen una reserva de humedad del suelo inadecuada para el desarrollo de las semillas. Hay programas de cultivos experimentales que están tratando de mejorar estos tipos fotosensibles, y muchas de las variedades mejoradas muestran poca sensibilidad al largo del día.

## Otras Características del Sorgo

### La capacidad de brotar y macollar

El sorgo es de la familia de plantas vivaces (capaz de vivir más de dos años). La mayoría de variedades de sorgo de forraje y muchas variedades de sorgo de grano pueden producir varias cortaduras de una planta si no es matada por las heladas o una época larga de condiciones secas. Nuevos tallos brotan de la copa (ésto se llama echar brotes) después de la cosecha.

A pesar de ésto, la capacidad de echar brotes tiene poco valor en la mayoría de sitios donde se cultiva el sorgo sin regado. En estas áreas, la estación de lluvias o el período libre de heladas son muy cortos para producir más de una cosecha, o demasiado húmedos para una primera cosecha en el medio de la estación pluvial sin la ocurrencia de problemas con el mildiu de la espiga. No obstante, los sorgos de forraje se aprovechan de los brotes, puesto que se cosechan mucho antes de la madurez, generalmente en la etapa de la espiga tempranera. Los ganaderos en El Salvador toman tres cortaduras del sorgo de forraje para hacer el ensilaje durante la estación pluvial de seis meses. En zonas tropicales regadas que tienen una estación de crecimiento que dura el año entero, como el Hawaii, es posible cosechar tres cultivos de grano al año de una siembra del sorgo si se usan variedades con la capacidad de echar brotes.

Algunas variedades de sorgo de grano tienen la habilidad de producir tallos laterales que crecen espigas de grano al mismo tiempo que el tallo principal (ésto se llama el macollamiento o el ahijamiento). Esto le permite a estas variedades compensar por la poca cantidad de plantas con la producción de espigas adicionales.

\*PELIGRO\* El Factor de la Toxicidad:  
El ácido cianhídrico

Las plantas jóvenes del sorgo o las de menos de 60 cm de altura achaparradas por la sequía contienen cantidades tóxicas del ácido cianhídrico (HCN o ácido prúsico. Si el ganado, las vacas o los las cabras se alimentan de estas plantas, puede resultar en un envenamiento mortal. El pasto fresco y verde, el ensilaje, y el forraje usualmente son sanos si son de más de 90-120 cm de altura y si el crecimiento no se ha interrumpido. El contenido de HCN de las plantas de sorgo aminora a medida que madurecen y nunca es un problema con la semilla madura. Una inyección intravenosa de 2-3 gramos de nitrato sódico en agua, seguido por 4-6 gramos de tiosulfato sódico es el antídoto para el envenamiento por ácido cianhídrico en el ganado; se reduce la dosis por la media parte para las ovejas.

## El Valor Nutritivo y los Usos del Sorgo

Casi todo el sorgo de grano que se usa en el mundo desarrollado es dado al ganado para alimentarlo (específicamente a las aves y a los puercos). Por otra parte, en los países en desarrollo es un alimento básico importante para la gente y se sirve hervido o pasado por agua en la forma de gacha, potaje, o pan. En muchos sitios, también se usa para la fermentación casera de cervezas. Además, se alimenta al ganado con los tallos y las hojas y a veces se usan como leña o para construir verjas.

Como los otros cereales, el sorgo de grano es relativamente bajo en proteína (8-13 por ciento) y es más importante como fuente de energía. Si se come en combinación con las leguminosas en la cantidad apropiada (usualmente una tasa de 1:2 de grano:leguminosa), provee una cantidad y calidad adecuada de proteína. Sólo las variedades que tienen una endosperma amarilla (la parte feculosa principal del grano alrededor del germen) contiene vitamina A.

Por el hecho de que el sorgo es muy susceptible a ser dañado por los pájaros durante las etapas del desarrollo y la maduración del grano, unas razas resistentes a los pájaros han sido desarrolladas. Puesto que tienen un contenido alto de tanino en las semillas, los tallos, y las hojas, son parcialmente efectivas en ahuyentar a los pájaros de las espigas de grano en maduración. Pero estas variedades de alto contenido de tanino son más deficientes en el aminoácido

esencial lisina que las variedades ordinarias, lo cual trae consecuencias para el ser humano y otros monogástricos como los puercos y los pollos. En los Estados Unidos, ésto se resuelve con el añadido de la lisina sintética a los alimentos de las aves y los puercos que son formados del sorgo de grano resistente a los pájaros. En los países en desarrollo, un aumento pequeño en el consumo de leguminosas puede resolver este problema para el ser humano.

### Las Etapas del Crecimiento del Sorgo de Grano

Según la raza y la temperatura, el sorgo de grano no-fotosensible llega a la madurez fisiológica dentro de 90-130 días en la zona 0-1000 m de los trópicos. Por otra parte, las razas locales sensitivas al largo del día pueden demorar hasta 200 días a causa de su floración tardía. A las altas elevaciones, todas las variedades pueden demorar 200 días o más.

Igual al caso del maíz, la diferencia principal entre la variedad de sorgo de 90-días y la de 130 días queda en el largo de la etapa vegetativa (el período entre la emergencia de la planta semillera hasta la floración). El período del llenado del grano (desde la polinización hasta la madurez) es casi igual para ambos (30-50 días). Las siguientes secciones describen las etapas de crecimiento y los factores del manejo de una variedad típica de 95-días. Éstos principios son los mismos no obstante cual variedad se está cultivando.

LA FASE I:  
DE LA EMERGENCIA A LAS TRES SEMANAS

Las plantas semilleras del sorgo emergen dentro de tres a seis días en suelos calientes y húmedos. Bajo condiciones frescas donde la emergencia se atrasa, las semillas son especialmente susceptibles a hongos del suelo e insectos dañinos, y un aliño para las semillas de un fungicida/insecticida es particularmente beneficioso (vea el Capítulo 6). En comparación al maíz, las pequeñas semillas del sorgo están bajas en reservas de alimentos que se gastan rápidamente mucho antes de que haya suficiente desarrollo de hojas para el fotosíntesis. Por esta razón, las plantas semilleras comienzan tan lentamente por las primeras tres semanas, después de las cuales la tasa de crecimiento se apura.

Este comienzo atrasado hace que el control de malas hierbas sea aún más importante durante este período.

Por los primeros 30 días, el ápice que produce las hojas y la cabeza de grano está bajo la superficie del suelo. Los granizados o las heladas o escarchas livianas pocas veces matan a las plantas, porque un nuevo crecimiento puede brotar del ápice. Por otra parte, el renacimiento durante esta etapa no es tan rápido como con el maíz.

LA FASE II:  
DE LAS TRES SEMANAS A LA MEDIA-FLORACION  
(60 días después de la emergencia)

La tasa de crecimiento y el uso de alimentos y agua acelera rápidamente después de las primeras tres semanas.

La hoja "bandera" (la última hoja producida) es visible en la vaina foliar como 40 días después de la emergencia. La etapa de "bota" viene alrededor del día 50 cuando la cabeza de la flor comienza a emerger de la vaina foliar pero todavía está encerrada en la vaina. El tamaño potencial de la espiga en términos del número de semillas ya ha sido determinado. La escasez severa de agua durante la etapa de "bota" puede prevenir la emergencia completa de la espiga. Esto previene la polinización completa durante la etapa de la floración.

La etapa de media-flor se alcanza alrededor del día 60 cuando la mitad de las plantas en el campo están en alguna etapa de la floración de espigas. Puesto que una planta individual de sorgo florece desde el punto de la espiga hacia abajo dentro de cuatro a nueve días, la media-floración a base de planta por planta ocurre cuando la floración está a media espiga. Aunque el tiempo para llegar a media-flor varía con la raza y el clima, por lo general cubre dos tercios del período desde la emergencia de la planta semillera hasta la madurez fisiológica. En coordinación con las tasas rápidas de crecimiento y el uso de alimentos, como 70, 60, y 80 por ciento de los requerimientos de nitrógeno, fósforo, y potasio (respectivamente) han sido absorbidos por la planta al llegar a la etapa de media-flor. La escasez severa de agua durante la etapa de la polinización acorta críticamente los rendimientos porque causa el aborto de los óvulos de la semilla y la polinización incompleta.

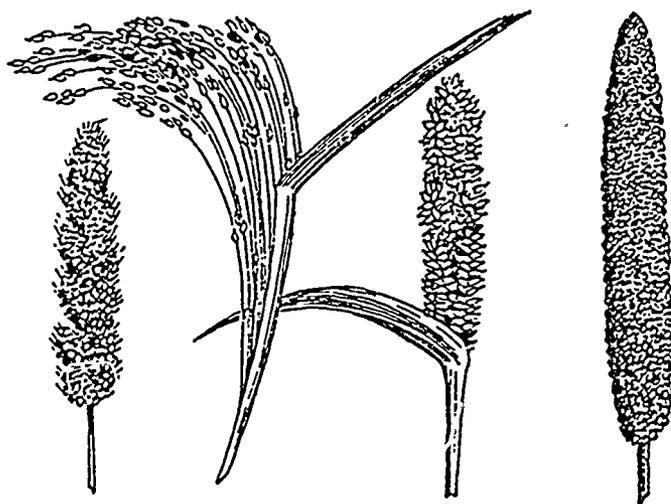
LA FASE III:  
DESDE LA MEDIA-FLOR HASTA LA MADUREZ FISIOLÓGICA  
(60-95 días)

Las semillas (los granos) llegan a la etapa de masa suave como 10 días después de la polinización (70 días después de la emergencia) en la raza de 95-días, y la media parte del rendimiento final en peso seco es acumulado durante este corto período. La etapa de masa dura se desarrolla dentro de los siguientes 15 días (85 días después de la emergencia) cuando tres cuartos del rendimiento final en peso seco se ha acumulado. La escasez severa de agua durante este período produce grano ligero y pequeño. La madurez fisiológica se alcanza en 10 días más (95 días de la emergencia en el caso de esta variedad). En esta etapa, el grano todavía contiene 25-30 por ciento de agua, lo cual es mucho más que el nivel seguro de 13-14 por ciento para el almacenaje en forma trillada (después que los granos han sido sacados de la espiga). Los pequeños agricultores pueden cortar las espigas en esta etapa y secarlas al sol antes de trillarlas o dejar que las espigas se sequen naturalmente en la planta en el campo.

## El Mijo

### LAS CLASES DEL MIJO

El mijo es un grupo de hierbas anuales de grano-pequeño que se cultivan para el grano y el forraje. Aunque son de poca importancia en el mundo desarrollado, son los cultivos principales de grano comestible en algunas regiones de Africa y Asia y están asociados con condiciones semi-áridas, temperaturas altas, y suelos arenosos. De los seis tipos principales del mijo de la lista siguiente, el mijo perla es el de cultivo más amplio y recibirá la mayoría del énfasis en este manual.



Mijo  
"Cola  
de  
Zorra"

Mijo  
Proso

Mijo  
Japonés

Mijo  
Perla

El mijo perla

Otros nombres: mijo negro, panizo de daimiel, pasto italiano, "bajra"

El nombre científico: Pennisetum typhoides, P. glaucum o P. americanum.

Las áreas principales de producción: Los llanos semi-áridos del sur de Asia (especialmente India) y la región Sahel (sub-Sahara) de Africa.

Las características importantes: Es el mijo más tolerante a la sequía y al calor; más susceptible a los daños de pájaros que el "mijo de dedo".

El "Mijo de Dedo"

Otros nombres: Grama pata de gallina, eleusine, "ragi"

El nombre científico: Eleusine coracana

Las áreas principales de producción: El sur del Sudán, el norte de Uganda, el sur de India, las faldas de las montañas de Malaysia y Sri Lanka.

Las características importantes: En contraste a los otros tipos de mijo, éste necesita temperaturas frescas y más lluvia; es más alto en contenido de proteína que los otros.

El mijo Proso

Otros nombres: El mijo mayor, el mijo francés, el mijo de puerco, el panicum, el miliaceum.

El nombre científico: Panicum miliaceum

Las áreas principales de producción: Asia Central, La Union Soviética.

Las características importantes: Se usa principalmente como un cultivo de corto-plazo de emergencia o como cultivo regado.

El Mijo "Teff"

El nombre científico: Eragrostis abyssinica

Las áreas principales de producción: Principalmente en las tierras altas de Etiopia y Africa Oriental hasta 2700 m donde es un cultivo de comestible importante.

El Mijo Japonés o Mijo de los Arrozales

Otros nombres: "Mijo Sanwa o Shama" pierna de gallo, zacate de agua

El nombre científico: Echinochloa crusgalli, E. frumentacea

Las áreas principales de producción: India, Asia Oriental partes de Africa; también en partes este de los Estados Unidos como forraje.

Las características importantes: Es de adaptación amplia relativo a los suelos y la humedad; demora más en madurar (de tres a cuatro meses en total) que los otros tipos.

El Mijo "Cola de Zorra" o Mijo Silvestre

El nombre científico: Setaria italica.

Las áreas principales de producción: El Este, la China

Las características importantes: Bastante resistente a las sequías.

## Los rendimientos del Mijo

Los rendimientos promedios del mijo en Africa Occidental son entre 300-700 kg/ha. Tienden a ser bajos a causa de las condiciones marginales de crecimiento y la falta relativa de información sobre las prácticas mejoradas. En comparación al maíz, el sorgo, y el cacahuete, los esfuerzos investigativos para el mijo sólo han dado rendimientos de 1000-1500 kg/ha y las variedades mejoradas han producido hasta 2000-3500 kg/ha.

## Los requerimientos climáticos del Mijo

La lluvia: El mijo perla es el cereal más importante de la sabana del norte y de la región Sahel de Africa. Es más resistente a la sequía que el sorgo y se puede cultivar hacia el norte hasta la zona de lluvia de 200-250m en el Sahel donde las variedades de 55-65 días se cultivan para aprovechar la estación pluvial corta. Aunque el mijo perla usa el agua más eficientemente y produce más que los otros cereales (incluyendo el sorgo) bajo altas temperaturas, lluvia marginal, fertilidad baja del suelo, y una estación de lluvias corta, no tiene la tolerancia a inundaciones del sorgo.

El Suelo: El mijo perla tolera la salinidad o la alcalinidad del suelo bastante bien. (Para más información sobre los problemas de salinidad y alcalinidad, refiérese a manual del Cuerpo de Paz, Soils, Crops, and Fert \_\_\_\_\_er Manual, edición 1980.) El mijo perla también es menos susceptible que el sorgo a los insectos roadores y las malezas, pero tiene la

misma susceptibilidad del sorgo a las pérdidas causadas por los pájaros, los cuales dañan el cultivo en la etapa de la maduración.

### El Valor Nutritivo y los Usos del Mijo

Las varias razas del mijo, como la perla, la cola de zorra, y el proso, contienen entre 12 y 14 por ciento en proteína, lo cual es un poco más alto que la mayoría de los otros cereales. El método más común de preparar el sorgo de perla en Africa Oeste es como el "kus-kus" (cous-cous), o el "to", una pasta espesa hecha de una mezcla de harina de mijo con agua hervida. El mijo también se usa para hacer cerveza. Los tallos y las hojas son un forraje importante para el ganado y también sirven de combustibles, y de materiales para verjas y otras construcciones.

### Las Prácticas Tradicionales del Cultivo del Mijo Perla en Africa Occidental

Las variedades tradicionales del mijo perla de Africa Occidental por lo general llevan una altura de 2.5-4.0 m con tallos gruesos y un índice de cosecha bajo. Generalmente se siembran en grupos a un metro de distancia, muchas veces en combinación con uno a tres de los otros cultivos de referencia, usualmente el sorgo, las arvejas de vaca, y el cacahuete. Muchas semillas son sembradas en cada agrupación, seguidas por una entresacadura cuidadosa de las plantas semilleras después de dos o tres semanas. Las pequeñas semillas del mijo son tan bajas en reservas de alimento que se exhaustan antes de que la planta semillera pueda producir suficientes hojas para el fotosíntesis

eficiente o suficientes raíces para alimentarse del suelo. Por éso, igual al caso del sorgo, la tasa de crecimiento es muy lenta durante las primeras semanas.

Dos clases generales del mijo perla se cultivan tradicionalmente en Africa Occidental:

- La clase Gero cuyas variedades son de 1.5-3.0 m de altura, de maduración tempranera (75-100 días), y neutrales o sólo un poco fotosensibles en su reacción a la duración de la luz diurna. En algunas partes de la sabana, estos sorgos Gero de corta-estación se maduran en medio de la estación de lluvias, pero tienen buena resistencia a los mildius de la espiga de grano y los insectos que son atraídos por las lluvias. La clase Gero forma el 80 por ciento del mijo de la región y es preferida por sus rendimientos más altos y su maduración más precoz que la clase Maiwa. Se maduran en Julio-Agosto en la sabana de Guinea y en Agosto-Septiembre en la sabana del Sudán.
- La clase Maiwa es más alta (3-5 m), se madura más tarde (120-280 días) y es mucho más fotosensible en su reacción al largo del día que el grupo Gero. Igual a las variedades fotosensibles del sorgo, las Maiwas no florecen hasta el final de las lluvias, o casi al final, lo cual les permite escapar daños serios por el mildiu de la espiga y los insectos. A pesar de ésto, rinden menos que las clases Gero y forman sólo el 20 por ciento del mijo de la región. En las áreas de la sabana que reciben más que 500-600 mm de lluvia por año donde se puede cultivar ambos el mijo y el sorgo, los agricultores generalmente prefieren sembrar las variedades fotosensibles del sorgo. Estas tienen un período de crecimiento del mismo largo, pero rinden más que las Maiwas porque tienen un período más largo del llenado del grano. Pero las Maiwas son preferibles sobre los sorgos en áreas de suelos más arenosos con menos retención de agua. Algunos agricultores prefieren las Maiwas en vez de los sorgos porque las Maiwas se maduran un poco antes, así distribuyendo la demanda de mano de obra para la cosecha de estos cultivos de estación tardía. (Las Maiwas se cosechan como un mes después del comienzo de la estación seca.)

Muchos de los mijos tradicionales producen cantidades de tallos o macollos laterales (brotes laterales producidos de la copa de la planta). Pero este macollamiento es no-sincronizado, es decir, el desarrollo de estos hijos no está sincronizado con el desarrollo del tallo principal sino

que está atrasado. El resultado es que estos tallos secundarios se maduran más tarde que el tallo principal. Si el contenido de agua del suelo se mantiene adecuado, pueden resultar dos o más cosechas secundarias más pequeñas. Además de la producción normal de mijo no-regado, el cultivo también se siembra en los aluviones o en las riberas cuando las aguas comienzan a retroceder. Este sistema se llama la agricultura recesional y también se practica con el sorgo.

Los Cacahuetes (El Maní) (*Arachis hypogea*)

### LA DISTRIBUCION Y LA IMPORTANCIA

Los cacahuetes son un cultivo importante de caja y de comestible en la gran parte del mundo en desarrollo, especialmente en Africa Occidental en las regiones más secas de India y Latinoamérica. Los países en desarrollo son responsables por el 80 por ciento de la producción mundial total, con dos tercios de ésta concentrado en los trópicos semi-áridos. A causa de sequías repetidas, problemas con enfermedades, y otros factores, la porción de la exportación total mundial de cacahuetes de Africa cayó del 88 por ciento en 1968 al 43 por ciento en 1977, mientras su porción de la producción total cayó del 36 por ciento al 26 por ciento durante el mismo período.

### Clases de Cacahuetes

Hay dos grupos generales de cacahuetes:

- El Grupo Virginia: Las plantas son de dos tipos, las plantas regadas con corredores o las de grupo (arbusto). Las ramas emergen alternativamente en el tallo en vez de en pares opuestas. Las variedades Virginia demoran más para madurarse (120-140 días en los trópicos) que los tipos Españoles-Valencia y son moderadamente resistentes a la mancha foliar Cercospora, una enfermedad fungóide que puede causar muchas pérdidas en condiciones húmedas si no es controlada con fungicidas (vea el Capítulo 7). Las semillas siguen durmientes o en reposo (no brotan) por casi 200 días después del desarrollo, lo cual ayuda a prevenir la brotación prematura si se quedan muy largo dentro de la tierra antes de la cosecha.
- El Grupo Español-Valencia: Las plantas son del grupo de los arbustos y no-regadas (sin corredores). Las ramas emergen en serie (en pares opuestos), y las hojas son de un verde más claro. Tienen un período de crecimiento más corto (90-110 días en temperaturas calientes), son muy susceptibles a la mancha foliar Cercospora, y no tienen reposo de semillas. La brotación pre-cosecha a veces puede ser un problema bajo condiciones muy húmedas o de una cosecha atrasada. Por lo general rinden más que la variedad Virginia si la mancha foliar es controlada. Los criadores de plantas han tenido algún éxito en cruzar estos dos grupos.

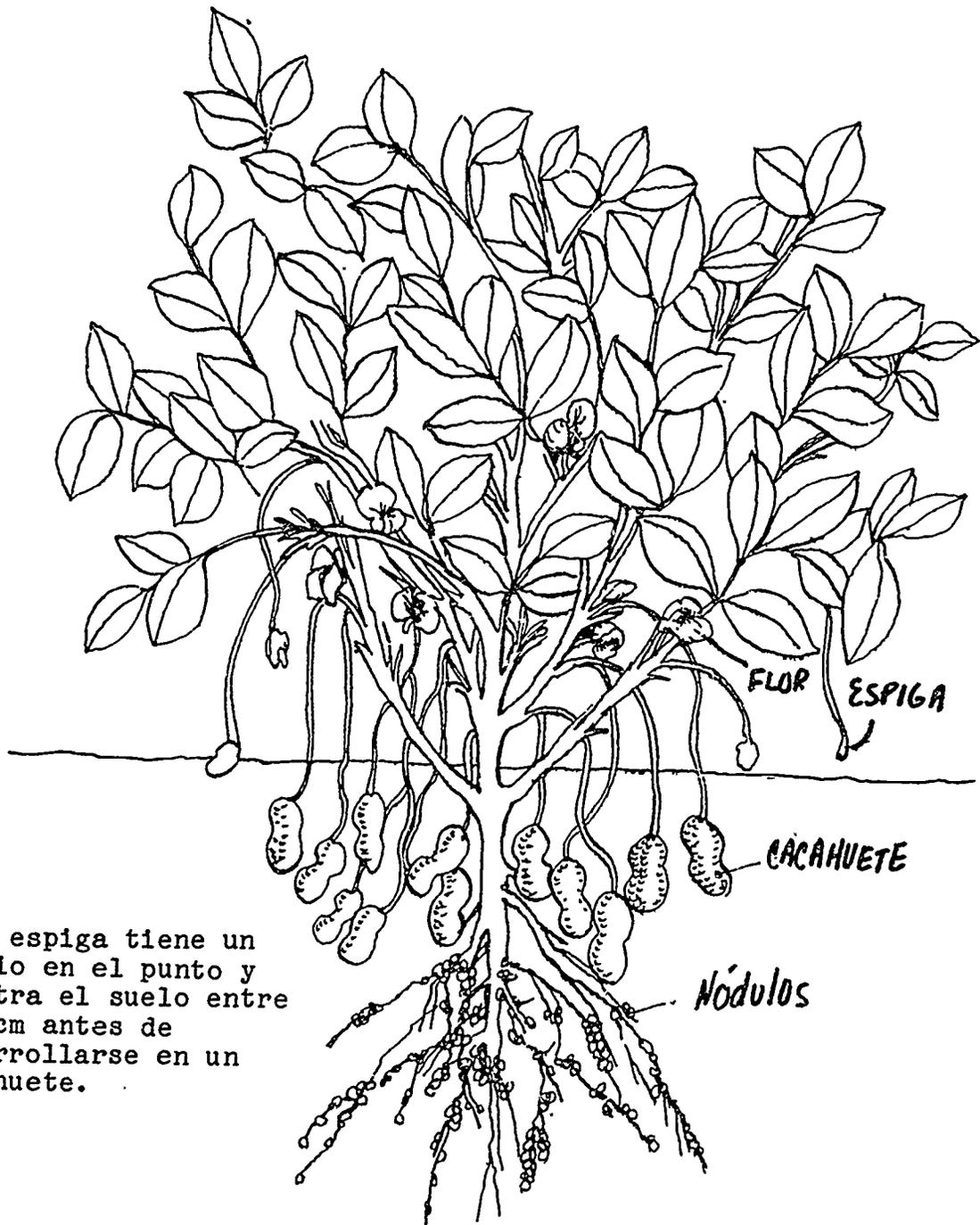
## Los rendimientos de Cacahuètes

Los promedios de rendimientos de cacahuètes en los países en desarrollo varían de 500-900 kg/ha de nueces en la cáscara, comparado con el promedio de los Estados Unidos de 2700 kg/ha, basado sobre datos del 1977 de la Organización para la Agricultura y Alimentación. Algunos agricultores participando en competencias de rendimientos han producido más de 6000 kg/ha bajo riego, y rendimientos de 4000-5000 kg/ha son comunes en los campos de las estaciones experimentales en muchas partes del mundo. Los rendimientos posibles para los pequeños agricultores que usan combinaciones apropiadas de prácticas mejoradas caen entre 1700-3000 kg/ha, según las lluvias.

### Las Adaptaciones Climáticas y Edáficas del Cacahuete

La lluvia: Los cacahuètes tienen buena resistencia a las sequías y bastante tolerancia al calor. Se maduran dentro de 90-120 días en temperaturas calientes, lo cual hace que sean especialmente adaptables a la estación de lluvias corta de la zona norte de la sabana de Africa Occidental. Es posible cultivarlos en climas más húmedos si las enfermedades (especialmente la mancha foliar) se pueden controlar y si se siembran de manera que la cosecha no sea durante la época de las lluvias.

La Temperatura: Durante la fase vegetativa (el desarrollo de las hojas) la temperatura tiene poco efecto sobre los rendimientos. Por otra parte, la tasa de floración y la sobrevivencia del polen son fuertemente influidas por las temperaturas durante la etapa de la floración (como 35-50 días



Cada espiga tiene un ovario en el punto y penetra el suelo entre 3-7 cm antes de desarrollarse en un cacahuete.

después de la emergencia). La producción de vainas es severamente afectada por temperatura menos de 24°C o más de 33°C. A una temperatura de 38°C, por ejemplo, hay una profusión de floración, pero pocas vainas son producidas.

Los suelos: En vista de que los cacahuetes no toleran la saturación en agua, el desagüe del suelo es importante. Los suelos que se encostran o se endurecen no son apropiados, porque la penetración de las espigas no debe ser impedida.

Los suelos arcillosos pueden producir bien si el drenaje es bueno, pero las pérdidas de cosecha (durante la excavación) pueden ser altas a causa del desprendimiento de las nueces si las plantas se "levantan" cuando estos suelos están secos y duros. Por otra parte, la cosecha del cultivo en suelos arcillosos mojados puede manchar las vainas y dejarlas inadecuadas para el mercado.

Los cacahuetes crecen bien en suelos ácidos hasta el valor del pH de 4.8, pero tienen un requerimiento muy alto de calcio que por lo general se llena con aplicaciones de yesso (el sulfato cálcico). Los requisitos de abonos para los cacahuetes se detallan en el Capítulo 5).

#### El valor nutritivo y los usos de los Cacahuetes

Las nueces maduras descascaradas contienen como 28-32 por ciento de proteína y varían entre 38-47 por ciento de contenido de aceite en los tipos Virginia a 47-50 por ciento en los tipos Españoles. También son una buena fuente de las vitaminas B y las vitaminas E. Aunque más bajas en el aminoácido esencial lisina (un determinante de la calidad de

proteína) que las otras leguminosas, los cacahuets son una fuente valiosa de proteína.

En los países en desarrollo los cacahuets se comen crudos, asados, o hervidos, o en sopas y salsas. El aceite es usado para cocinar y las cáscaras para el combustible, la cobertura del suelo, y para mejorar suelos arcillosos.

Comercialmente, las nueces enteras se usan para asar o para la mantequilla de cacahuets. Alternativamente, el aceite es extraído usando métodos exprimadores (expresando) o solventes, y los restos de harina o torta de cacahuete (como 45 por ciento de proteína) sirven para alimentos de aves y puercos. El aceite de cacahuete es el aceite vegetal segundo en popularidad mundial (después del aceite de soya) y también se puede usar en la elaboración de la margarina, el jabón, y los lubricantes. Las cáscaras tienen valor como componentes de materiales de construcción.

### Las Características de la Planta del Cacahuete

Los cacahuets son leguminosas y pueden satisfacer casi todas sus requerimientos de nitrógeno por su relación simbiótica con una especie de la bacteria Rhizobia. Una característica de la planta del cacahuete es que los cacahuets se desarrollan y se maduran bajo el nivel del suelo.

## Las Etapas de Crecimiento del Cacahuete

Según la variedad, los cacahuetes demoran entre 90-110 días hasta 120-140 días en madurarse. La planta del cacahuete florece como 30-45 días después de la emergencia y continua floreciendo por otro 30-40 días. Los cacahuetes entonces llegan a madurarse como 60 días después de la floración.

### LA FASE I - LA EMERGENCIA

Dentro de un día después de la siembra en suelos húmedos y calientes, la radícula (raíz inicial) emerge y puede llegar a un largo de 10-15 cm dentro de cuatro a cinco días. Dentro de cuatro a siete días después de la siembra, dos cotiledones salen del nivel del suelo, donde se quedan mientras el tallo, las ramas, y las hojas comienzan a formarse sobre ellos. Las plantas crecen lentamente durante las primeras etapas y pueden ser apiñadas por las malas hierbas.

### LA FASE II - DE LA FLORACION A LA POLINIZACION

La floración comienza en una tasa muy lenta como 30-45 días después de la emergencia de la planta y está completa dentro de otros 30-40 días. Las flores son auto-fecundadas pero las abejas y las lluvias mejoran la polinización (y de hecho la producción de granos) porque ayudan a las flores a soltar el polen. Las flores se marchitan sólo cinco o seis horas después de abrirse. Una planta puede

producir hasta 1000 flores, pero sólo una en cinco o siete realmente produce una fruta madura.

### LA FASE III - DE LA EMERGENCIA DE LAS ESPIGAS HASTA LA MADURACION

Las espigas (estructuras parecidas a los tallos, cada una conteniendo una fruta potencial en el punto) comienzan a alargarse de las flores marchitas como tres semanas después de la polinización y comienzan a penetrar el suelo. Después que las espigas penetran a una profundidad de 2-7 cm, las frutas comienzan a desarrollar rápidamente dentro de 10 días y se maduran como 60 días después de la floración. Esas espigas que se forman a una altura de 15 cm o más casi nunca llegan a penetrar la tierra y se abortan.

Es importante notar que las frutas (nueces) no se maduran todas al mismo tiempo, porque la floración ocurre durante un período largo. Una fruta individual está madurada cuando los tegumentos ya no están acanalados y las venas del interior de la cáscara se han puesto pardas. La cosecha no se puede tardar hasta que todas las frutas hayan madurado porque el cultivo sufriría pérdidas grandes de vainas desprendidas de las espigas y de macollamiento prematuro (sólo los tipos Españoles-Valencia). La cosecha en una fecha oportuna es un factor importante para obtener rendimientos buenos.

### Las Prácticas Tradicionales del Cultivo del Cacahuete

Los pequeños agricultores de algunos países en desarrollo, especialmente en el Africa Occidental,

frecuentemente siembran el cacahuete junto con uno o más de los otros cultivos como el sorgo, el mijo, las arvejas de vaca, el algodón, y los vegetales. No obstante que sean de cultivo intercalado o de monocultivo, los cacahuets por lo general se siembran en caballones (terraplenes o semilleros alzados) distanciados a un metro; ésto mejora el desagüe y facilita la excavación. En las sabanas norteñas de Africa Occidental, generalmente se siembran en junio y se cosechan en septiembre u octubre. En las regiones de sabana sureñas de más lluvias, a veces es posible hacer dos cultivos de cacahuets (de abril o mayo hasta agosto para el primero, y de agosto o septiembre a noviembre o diciembre para el segundo). La mayoría de las variedades locales, especialmente en las áreas más húmedas, son del tipo Virginia que tiene mejor resistencia a la mancha foliar.

#### El Frijol Común y las Arvejas de Vaca

#### La Importancia y la Distribución

Junto con los cacahuets, este grupo forma la gran parte de las leguminosas comestibles cultivadas en los países en desarrollo trópicos y sub-trópicos. Además de su importancia como una fuente de proteína, estos cultivos hacen un papel importante en los sistemas agrícolas de estas áreas:

- Son especialmente bien adaptados a climas con estaciones alternativas húmedas y secas.
- Puesto que son leguminosas, son parcialmente o completamente independientes en llenar sus requerimientos del nitrógeno.

- Son compañeros naturales de los cereales en cultivos intercalados y en la rotación de cultivos (vea el Capítulo 4).

Según los cálculos de la Organización de Agricultura y Alimentación por el período de 1975-77, la producción mundial de frijoles secos fue 12.4 millones de toneladas anuales. Latinoamérica es responsable por casi un tercio de la producción mundial y produce principalmente el frijol común (el poroto) que también es el tipo principal cultivado en Africa Oriental. Las arvejas de vaca son las principales leguminosas de grano (con la exclusión de los cacahuets) de la zona sabana de Africa Occidental.

Esta sección trata de los frijoles comunes y las arvejas de vaca (frijoles secos). En los apéndices se encuentran descripciones similares de otras leguminosas como los guisantes, los porotos de manteca, las judías de Mungo, la soya, y el frijol alado.

El Frijol Común (El Poroto)  
(Phaseolus vulgaris)

Otros nombres: Frijoles de campo, frijoles, habichuelas, judías verdes (la etapa inmadura), tapiramo (la etapa inmadura).

### Tipos

Las variedades de frijoles se pueden clasificar según tres características básicas - el color de la semilla, el hábito de crecimiento, y el largo del período de crecimiento:

1. El Color de la Semilla: La mayoría son negros o rojos, y casi siempre hay preferencias locales relativo al color.
2. El Hábito de Crecimiento: Las variedades pueden ser de arbusto parado, de vid parcial, o de vid completa; el último tiene la capacidad de enredarse y requiere rodrigones o un cultivo compañero de apoyo como el maíz. Las variedades de arbusto florecen en una etapa corta sin continuación de producción de tallo y hoja; éstos son los de inflorescencia limitada. Los tipos de vid florecen durante un período más largo y continúan la producción de hojas y tallos; éstos se llaman los indeterminados. Las variedades de vid parcial pueden ser de ambos tipos. Dado su período más largo de floración, la mayoría de los indeterminados muestran una maduración desigual de las vainas, con la cosecha durando varias semanas.
3. El Período de Crecimiento: En temperaturas calientes, las variedades precoces pueden producir vainas maduras dentro de 70 días después de la emergencia de la planta, mientras las variedades medianas y tardías demoran 90 días o más. El tiempo para la primera floración dura entre 30 y 55 días. Con algunas excepciones, los tipos parados y prolíficos se maduran antes que los tipos de vid indeterminados. Los criadores de plantas están desarrollando variedades indeterminadas con períodos de crecimiento más cortos y de maduración más consolidada.

### Los requerimientos Climáticos de los Frijoles

La Lluvia: Los frijoles comunes no están bien adaptados a las áreas de lluvias copiosas (como las zonas húmedas de la selva pluvial del Africa tropical) a causa del aumento de problemas de enfermedades e insectos. Idealmente, la siembra se debe planear para que las últimas etapas de crecimiento y cosecha ocurran durante la época seca.

La temperatura: En comparación con el sorgo y el mijo, los frijoles no tienen buena tolerancia al calor extremo o a la escasez de agua. Pocas variedades están adaptadas a

temperaturas medianas (el promedio de la temperatura diaria más alta y la más baja) más de 28°C o menos de 14°C. Las temperaturas óptimas para la floración y el desarrollo de la vaina es un alto diurno de 29.5°C y un bajo nocturno de 21°C. La pérdida de flores es un problema serio después de 36°C y también es amplificado por lluvias copiosas.

Las flores se desarrollan en vainas después de la polinización



Parte de una planta de frijol con flores



Una vaina del frijol.

El Suelo: Las plantas son muy susceptibles a las enfermedades fungóides que causan la pudrición de las raíces, y el desagüe bueno es muy importante. Por lo general crecen poco en suelos ácidos bajo el valor pH 5.6, puesto que son especialmente sensibles a los niveles altos del manganeso soluble y el aluminio que ocurren con frecuencia a los niveles bajos del pH.

El Largo del Día: En contraste a algunos sorgos y mijos, la mayoría de los frijoles muestran poca reacción a las variaciones en la duración de la luz diurna.

## El Valor Nutritivo y los Usos de los Frijoles

Los frijoles comunes (porotos) contienen como 22 por ciento de proteína en las semillas secas. Proveen una calidad y cantidad de proteína adecuada para niños mayores y adultos si se comen en las proporciones apropiadas con cereales (como una tasa de 2:1 grano:leguminosa). En la forma de judía verde, proveen poca proteína, pero son una buena fuente de la vitamina A. Las hojas se pueden comer como la espinaca y también se usan de forraje para el ganado.

Las Arvejas de Vaca  
(*Vigna sinensis*, *V. unguiculata*, *V. sesquipedalia*)

Otros Nombres: caupí, chícharo de vaca, frijol castilla, lentejas.

### Los Tipos

Las arvejas de vaca tienen las mismas variaciones de color de semilla, hábito de crecimiento, y largo del período de crecimiento que los frijoles comunes (vea la página 94), con la excepción de que las semillas de las arvejas de vaca usualmente son pardas o blancas. Hay tres especies distintas:

- Vigna Sinensis: es la arveja de vaca más común en la gran parte de Africa y Latinoamérica. Los tipos de semilla grande y blanca son los preferidos en la mayoría de sitios en Africa Occidental.
- Vigna unguiculata: las arvejas de vaca "catjung", un tipo primitivo encontrado principalmente en Asia, pero también en Africa.
- Vigna sesquipedalia: el "frijol de asparago" o "frijol de yarda" comunmente cultivado en Asia para sus vainas inmaduras.

La mayoría de variedades tradicionales tienden a ser de maduración tardía (hasta cinco meses) y de tipo de vid completa. Hay tipos de arbustos mejorados (de poca vid) que son capaces de producir buenos rendimientos dentro de 80-90 días.

### Las Prácticas del Cultivo y los Rendimientos de las Arvejas de Vaca

Las prácticas tradicionales y las limitaciones de rendimiento de las arvejas de vaca son semejantes a los del frijol común. Los rendimientos promedios en los países en desarrollo fluctúan entre 400-700 kg/ha de semilla seca, en comparación a un promedio de California (E.E.U.U.) de 2200 kg/ha bajo riego. Rendimientos de ensayos de campo en Africa y Latinoamérica son entre 1500-2000 kg/ha con algunos rindiendo más de 3000 kg/ha.

### REQUERIMIENTOS CLIMATICOS DE LAS ARVEJAS DE VACA

Las Lluvias: La arveja de vaca es la leguminosa de grano de mayor importancia (excluyendo los cacahuetes) de la zona sabana de Africa Occidental. Pero también son cultivados en muchas otras regiones. Tienen mejor tolerancia al calor y la sequía que los frijoles comunes, pero la semilla seca no es fácil de almacenar y es muy susceptible a los ataques de los gorgojos. (Vea el Capítulo 7).

### La temperatura:

Las temperaturas diurnas altas tienen poco efecto sobre el crecimiento vegetativo pero reducen los rendimientos

si ocurren después de la floración. Las temperaturas altas en esta etapa pueden causar la senectud más rápida de las hojas (la muerte), acortando la etapa del llenado de la vaina. Las temperaturas altas también aumentan las pérdidas de flores. Como es el caso con los frijoles comunes y cualquier otro cultivo, las condiciones húmedas y lluviosas aumentan los problemas de enfermedades e insectos. Se necesitan condiciones secas durante las etapas finales del crecimiento y la cosecha para reducir los pudrimentos de las vainas y otras enfermedades.

El Suelo: Las arvejas de vaca crecen bien en una variedad de suelos (si tienen buen desagüe) y son más tolerantes a la acidez del suelo que los frijoles comunes.

#### El Valor Nutritivo y los Usos de la Arveja de Vaca

Las semillas secas contienen como 22-24 por ciento de proteína. Las semillas inmaduras y las vainas verdes también son comestibles. Estas son considerablemente más bajas en proteína que las semillas maduras, pero son una fuente excelente de la vitamina A mientras están verdes, tanto como las plantas semilleras y las hojas. Las plantas son un buen forraje para el ganado y a veces se cultivan para servir de abonos verdes y para cultivos de cobertura (vea el Capítulo 5).

#### COMO AUMENTAR LA PRODUCCION DE LOS CULTIVOS DE REFERENCIA

Hay cuatro formas básicas de aumentar la producción  
los cultivos de referencia:

- Mejorar el terreno actual
- Extender la cultivación a terrenos nuevos no-cultivados.
- Mejorar la infraestructura
- Establecer programas de mejoramiento de cultivos.

Cualquier aumento significativo en producción requiere énfasis en cada uno de los cuatro métodos.

### El Mejoramiento del Terreno Actual

Sin duda, el drenaje mejorado (por medio de la nivelación del terreno, los canales de desagüe o las cañerías soterradas) y el control de la erosión son inversiones de alto rendimiento. El control de la erosión no sólo reduce las pérdidas de suelo y la deterioración de rendimientos, sino que en muchos casos mejora la producción porque aumenta la retención de agua del suelo.

A pesar de ésto, en el caso de proyectos de regamiento los resultados con frecuencia son mezclados. Muchos proyectos de regamiento han puesto poca atención a los daños potenciales al medio ambiente o a los problemas técnicos y los tipos de suelos. Los diques inmensos y los lagos artificiales tienen cierto interés en papel, pero muchas veces han traído las consecuencias de problemas de drenaje y de acumulación de sal, tanto como los canales llenos de malezas, y peligros a la salud como la malaria y el esquistosomiasis (bilharzia).

Los proyectos de sacar agua que dependen de pozos enfrentan semejantes problemas y pueden bajar severamente el nivel del agua soterraña hasta el punto de poner en peligro el abastecimiento. El agua sola no es suficiente para asegurar rendimientos provechosos, los cuales tienen que ser altos para cubrir el costo adicional del riego. Si tales proyectos no son planificados cuidadosamente y combinados con un programa de mejoramiento de cultivos, los resultados pueden ser chascos.

#### La Extensión de la Cultivación a Nuevos Terrenos Anteriormente No-Cultivados

La Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y Alimentación calcula que la producción de comestibles mundial total aumentó por 50 por ciento entre 1963-76, mientras el área de terrenos cultivados creció sólo por el dos por ciento. Las estimaciones de la cantidad de tierras arrendables adicionales varían mucho, pero sugieren que en el mundo entero se está utilizando sólo de un tercio a la mitad de la tierra arable actual y potencial (que se presta a cultivos o al ganado). Las áreas más grandes de terrenos "nuevos" están en los trópicos bajos de Latinoamérica, Africa, y Asia Sureste. Sí hay, no obstante, algunas desventajas:

- Sólo un porcentaje pequeño de estas tierras son capaces de aguantar la agricultura intensiva, a causa de factores del suelo o del clima; una proporción alarmante ha caído en manos de especuladores en terrenos o se está dividiendo en ranchos por los inversionistas, como es el caso en el Brasil.

- Ambas las regiones de muchas lluvias y las áridas tienen propensión a la erosión acelerada o a la salinización (la acumulación de sales en la superficie del suelo) causada por el regamiento.
- Como hemos visto, la mayoría de los cultivos de referencia no están bien adaptados a altos niveles de lluvia y humedad. El pasto y los cultivos vivaces son mejores bajo estas limitaciones.

### Los Mejoramientos a la Infraestructura

En la agricultura la infraestructura refiere a todas las instalaciones, materiales, y servicios que fomentan la producción. Las más importantes de éstas son:

- Las carreteras y el transporte
- Los mercados y las normas de mercadotecnia.
- El almacenamiento
- Los mejoramientos a los terrenos como el drenaje, el control de la erosión, y el regamiento.
- La tecnología de aumentos de rendimientos
- Un servicio de extensión fuerte.
- La maquinaria y el equipo agrícola disponible
- La estabilidad política.
- El crédito.
- Un sistema equitativo de arrendamiento y distribución.
- La planificación al nivel nacional para el desarrollo agrícola.
- Precios para el cultivo que fomentan mejoramientos de rendimientos.

Los pequeños agricultores en la gran parte del mundo en desarrollo no gozan del mismo acceso a los factores esenciales de la producción que tienen los agricultores en escala grande. Los proyectos agrícolas públicos como el regamiento, el control de inundaciones, y los caminos conectando las explotaciones agrícolas a los mercados con frecuencia se hacen según capacidad económica pura o por intereses especiales. Los agricultores más grandes en varias naciones en desarrollo, especialmente en Latinoamérica, muchas veces están organizados en asociaciones de productores con poderes de cabildeo muy efectivos.

Las disparidades en el arrendamiento y la distribución de tierras pueden tener unas consecuencias sociales y económicas tremendas y pueden efectivamente aminorar los incentivos a los agricultores afectados. En El Salvador, el 19 por ciento de las explotaciones agrícolas ocupan el 48 por ciento del terreno y pertenecen a ricos "latifundistas" (agricultores tipo rancheros) que cultivan el algodón, el café, y la caña de azúcar, frecuentemente a base de absentismo. Estas explotaciones se concentran en el suelo más productivo del país, mientras los "campesinos" (los pequeños agricultores) están restringidos a las lomas pedregosas y desgastadas donde cultivan el maíz, el sorgo, y los frijoles. Como el 47 por ciento de las explotaciones agrícolas son más pequeñas de 2.47 acres (una hectárea) y ocupan sólo el cuatro por ciento del

total de terrenos. La mayoría de las unidades agrícolas en El Salvador, Guatemala, y Peru están bajo la clasificación de tamaño sub-familia.

Mientras la implementación de la gran parte de otros puntos esenciales de la infraestructura está limitada sólo por insuficiencias de capital, la reforma agraria enfrenta grandes obstáculos políticos y en algunos casos simplemente no es posible por razones de abastecimientos de terrenos. Además, cuando los pequeños agricultores compran terrenos en regiones espesamente pobladas como las tierras altas de Guatemala, la región Cibao de la República Dominicana, y la región de lagos de Bolivia, la competición con frecuencia sube los precios muy altos para la agricultura económica.

#### Los Programas de Mejoramiento de Cultivos

Más que ningún otro factor individual, el desarrollo de la tecnología de rendimientos-mejorados asociada con los programas de mejoramiento de cultivos de los institutos nacionales e internacionales de estudios agrícolas harán el papel principal en el aumento de rendimientos de los cultivos de referencia en los países en desarrollo.

## LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE LOS CULTIVOS DE REFERENCIA

El término "mejoramiento de cultivos" es amplio y refiere a todo esfuerzo de mejorar los rendimientos, la calidad, la aceptación, u otras características por medio de la crianza de plantas o el desarrollo de prácticas mejoradas del cultivo, la cosecha, y el almacenamiento. Los esfuerzos más exitosos son los bien-organizados, multi-disciplinarios (incluyendo varios campos como la entomología y la fertilidad del suelo), y de cultivo-específico que tratan de desarrollar un "conjunto" de prácticas mejoradas concentradas en variedades adaptadas de alto-rendimiento.

Un gran número de los factores que determinan el rendimiento y las características de los cultivos se pueden manipular o controlar parcialmente por medio de la crianza de las plantas y las prácticas mejoradas de producción, lo cual se muestra en el cuadro de la página siguiente.

### Las Prácticas Agrícolas que Afectan el Rendimiento y/o la Calidad de los Cultivos

- El método de preparación de la tierra (tipo de arado y semillero)
- El uso de abonos (el tipo, la cantidad, el cálculo del tiempo, la aplicación)
- La selección de variedades
- La cantidad y el distanciamiento de las plantas

EL EXITO DEL CONTROL LOGRADO POR LA CRIANZA DE PLANTAS Y  
LA PRODUCCION MEJORADA

El Control Logrado

	<u>Bueno</u>	<u>Mediano a Bueno</u>	<u>Mediano</u>	<u>Pobre a Mediano</u>	<u>Pobre a Bueno</u>	<u>Pobre</u>
<u>A. Los Cultivos en General</u>	El índice de cosecha (tasa de tallo y hojas a grano).	La fortaleza general de la planta y la capacidad de rendimiento.		Resistencia a los insectos.	Resistencia a las enfermedades.	
	La arquitectura de la planta (la altura, el tamaño de la hoja, el peso de la hoja, etc.).	La duración del período de crecimiento.		Resistencia a los nematodos.	Resistencia a las sequías.	
		La reacción al abono.		Resistencia al calor y el frío.	El valor nutritivo.	
		La tolerancia a la densidad de plantas.		Tolerancia a los niveles bajos o altos del valor pH.	El sabor y la calidad del cocimiento.	
		La cáscara.		Tolerancia al contenido bajo en fósforo.		
<u>Los Cultivos de Referencia MAIZ</u>		Resistencia al vuelco				
		Mazorcas/ por Planta				
<u>SORGO/MIJO</u>		Fotosensibilidad	La capacidad de hechar brotes.	La resistencia a la maleza estriga.		
		El macollamiento	Resistencia a los pájaros. (el sorgo)	La resistencia al mildiu de la panoja. (el sorgo).		La resistencia a los pájaros (el mijo).
		La Vitamina A (el Sorgo)				
<u>LOS CACAHUETES</u>		Resistencia a la mancha foliar		Resistencia a los nematodos.		
		Las semillas latentes.		Susceptibilidad a las aflatoxinas.		
<u>EL FRIJOL COMUN Y LA ARVEJA DE VACA</u>	El hábito de crecimiento (de vid o de arbusto).	El color del tegumento.			Resistencia a las enfermedades y los insectos.	

- El manejo del agua (el drenaje, el control de la erosión, las prácticas de conservación de humedad)
- El control de las malas hierbas, los insectos, las enfermedades, los nematodos, y los pájaros por métodos químicos o no-químicos
- El balance del valor pH del suelo
- El control del apisonamiento del suelo (la compactación) causado por la maquinaria o los animales
- El sistema de cultivo (el monocultivo contra el cultivo intercalado; la rotación de cultivos)
- Los métodos de la cosecha, el secamiento, y el almacenamiento

Los Factores No-Manipulativos:

En contraste a los factores de producción anteriormente detallados, hay un número de otros que son fuera del control de ambos el agricultor y el agente de extensión. Estos incluyen los variables como las condiciones atmosféricas y ciertas características del suelo (por ejemplo, la configuración, la profundidad, y el surco).

PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE CULTIVOS  
PARA LOS CULTIVOS INDIVIDUALES

El Maíz

El Potencial para el Mejoramiento

Entre todos los cultivos de referencia, el maíz tiene la más alta potencialidad de mejoramiento en términos de la producción de grano por unidad de terreno bajo condiciones de humedad adecuadas y prácticas mejoradas. El maíz generalmente tiene menos problemas con insectos y enfermedades que las

leguminosas, especialmente los frijoles y las arvejas de vaca. Adicionalmente, el maíz es el cultivo con el cual se han hecho más estudios de crianza que los otros cultivos.

#### Actividades de Estudios y Programas de Cultivos Actuales

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México es el instituto más dedicado al mejoramiento del maíz y actúa como guardián y agente de envíos de la colección más completa de germoplasma (el material genético de las plantas) del mundo.<sup>1</sup> Cooperó extensivamente con el Instituto Internacional de Agricultura Internacional en Nigeria y el Centro Internacional de Agricultura Tropical en Colombia, sus programas de mejoramiento del maíz y con los programas de desarrollo del tercer mundo. En el 1979, CIMMYT patrocinó ensayos internacionales de variedades de maíz en 84 países y 626 sitios para comparar sus variedades con esas de fuentes locales y ajenas.

Las variedades desarrolladas por CIMMYT originaron de un programa de crianza bien organizado. Durante los '70 el centro desarrolló 34 grupos de germoplasma (grupos genéticos) clasificados según tres tipos de climas (las tierras bajas tropicales, las tierras altas tropicales, y las templadas), cuatro tipos de grano (el duro, el dentado, el blanco, el amarillo), y tres períodos de maduración (el temprano, el mediano, el tardío). Se han desarrollado líneas avanzadas de estos grupos por medio de selecciones para rendimiento,

-----  
<sup>1</sup>Vea "Referencias", página 531, para las direcciones de los institutos internacionales.

uniformidad, altura, madurez, y resistencia a las enfermedades, los insectos y el vuelco. Entonces se cultivan en varios sitios en México. Los que muestran más potencialidad se usan en ensayos preliminares internacionales, y los mejores de éstos se usan como variedades experimentales para más ensayos al extranjero.

#### La Diseminación de Prácticas Mejoradas para el Maíz

Entre 1961-77, la producción total de maíz en los países en desarrollo subió por 66 por ciento, mientras el terreno aumentó por 33 por ciento y los rendimientos por 24 por ciento. A pesar de esto, a base de países individuales, sólo la media parte de los países en desarrollo han visto aumentos significativos (Informe Anual de CIMMYT 1979). La gran parte de los estudios adaptivos con el maíz en los países en desarrollo ha ocurrido en ciertas partes de Latinoamérica. Africa y Asia, por otra parte, tienen problemas específicos a los sitios en términos de los suelos, el clima, los insectos y las enfermedades por los cuales todavía no se han desarrollado variedades y prácticas mejoradas. El CIMMYT actualmente está cooperando con programas nacionales del maíz en Tanzania, Zaire, Ghana, Egipto, Pakistan, y Guatemala, y proveyéndoles funcionarios de apoyo a la mayoría. Adicionalmente, coopera en una base regional con Centro América y el Caribe, Asia del Sur y del Sureste (11 países), y la zona Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru, y Venezuela, y todos los países importadores de granos).

La resistencia a enfermedades e insectos es la más alta prioridad del CIMMYT. Esta organización tiene un programa cooperativo de crianza con seis programas nacionales del maíz (Thailand, las Filipinas, Tanzania, Zaire, Nicaragua, y El Salvador) para desarrollar resistencia al mildiu falso o mildiu veloso (importante en Asia y diseminándose en otras regiones), el virus bandeado del maíz (Africa), y el virus del enanismo del maíz (Centroamérica tropical).

#### Los Logros en la Producción del Maíz

El Proyecto Puebla en Mexico fue el primer esfuerzo en grande-escala para mejorar la producción de maíz del pequeño agricultor.

Bajo la administración del CIMMYT, el proyecto trabajó con 47,000 familias en la región de tierras altas en el Estado de Puebla. El tamaño promedio de las explotaciones agrícolas en el área del proyecto fue 2.7 ha, trabajando bajo condiciones de tierras secas (no-regadas). Varios "conjuntos" de prácticas mejoradas se desarrollaron para las diferentes condiciones climáticas y los diversos suelos de la zona, y se buscaron apoyo adecuado y sistemas de envío para los materiales necesarios, incluso el crédito agrícola. En el 1972, la producción de maíz había aumentado en el área del proyecto por 30 por ciento y la entrada promedio de las familias había aumentado por 24 por ciento en cifras reales. El empleo rural también fue afectado favorablemente a causa de un aumento en la fuerza laboral requerida por cada hectárea del maíz.

El Proyecto Puebla fue innovador en mover "La Revolución Verde" (el primer esfuerzo organizado de desarrollo de prácticas de producción mejoradas para los cultivos de alimento en los países en desarrollo) de la estación agrícola experimental a los campos y en concentrar en tierras secas en vez de cultivo bajo riego.

Ejemplos similares existen en muchos otros países en desarrollo. Los cultivos experimentales frecuentemente rinden más de 6000 kg/ha y es de acuerdo general que 3000 kg/ha o más es un fin razonable para los pequeños agricultores en la mayoría de las regiones. Puesto que la prueba verdadera de una variedad mejorada es su producción bajo condiciones de una hacienda en el campo, el CIMMYT está pidiendo que los países cooperativos del programa hagan pruebas extensivas en los campos de los pequeños agricultores en vez de hacerlas sólo en las estaciones experimentales donde las condiciones están tan ideales a ser irrealistas.

Sobre el Horizonte: Los científicos han estado elaborando la crianza de una habilidad de fijación del nitrógeno en el maíz igual a la de las leguminosas. Por el año 1985 esperan tener variedades capaces de satisfacer hasta el 10 por ciento de sus necesidades de nitrógeno.

El Sorgo de Grano

El Potencial para Mejoramiento

Los rendimientos del sorgo de grano generalmente no son tan espectaculares como los del maíz, puesto que el sorgo frecuentemente es cultivado bajo condiciones marginales. La

ventaja del sorgo sobre el maíz es que tiene más estabilidad de rendimientos bajo varias condiciones climáticas, especialmente bajo temperaturas altas y poca lluvia. Muchas de las variedades tradicionales en los trópicos semi-áridos son demasiado altas, fotosensibles, y tienen un ratio excesivo de tallo a hojas y grano. Su floración tardía les permite escapar los problemas del mildiu de las espigas de grano y los daños de los insectos, pero frecuentemente hay muy poca humedad en el suelo para el desarrollo del grano que ocurre al principio de la estación seca. Estos factores, junto con el manejo inadecuado y la intolerancia de las plantas grandes a las poblaciones densas de plantas, causan los rendimientos bajos de promedio de 600-900 kg/ha en los trópicos semi-áridos.

#### Investigaciones Actuales y Programas de Cultivos

El Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos para los Trópicos (ISCRASAT), ubicado en Andhra Pradesh, India, es el mayor instituo internacional del mejoramiento del sorgo. Algunos de sus fines incluyen el desarrollo de variedades con poco fotosensibilidad, o sin fotosensibilidad. Estas variedades tendrían un período de crecimiento más corto y estarían mejor adaptadas a los sitios más secos o los suelos no-profundos con poca retención de agua. Serían sembrados más tarde, pero florecen como dos semanas antes de los tipos tradicionales y por eso necesitan buena resistencia a los mildiús de la espiga, porque se maduran bajo condiciones más húmedas. La altura sería entre

2.0-2.5 metros con una tasa mejor de grano a tallo y hojas. Puesto que las plantas del sorgo son un forraje de ganado importante en la mayoría de los trópicos, las variedades enanas como éstas usadas en los Estados Unidos no son aceptables. Las nuevas variedades deberían madurarse dentro de 90-120 días.

También están bajo consideración las plantas con bastante habilidad de macollamiento para compensar por las poblaciones pequeñas de plantas, y una variedad con resistencia a la estriga (una planta parasítica, vea el Capítulo 6), el ácaro del sorgo, la mosca del sorgo (vea el capítulo 6) y las sequías. También se están desarrollando unas variedades más resistentes al frío para las condiciones de las tierra altas o las estaciones frescas de los trópicos, y plantas con mejoradas resistencias a las enfermedades, especialmente al mildiu vellosa, la pudrición negra, el carbón de la hoja, la antracnosis, y la roya (vea el Capítulo 6) Finalmente, el instituto espera desarrollar un sorgo de alta-lisina y de más alto contenido de proteína que tenga mejor calidad y sabor.

La Diseminación de las Prácticas Mejoradas para el Sorgo

En la región sabana sureña de Africa Occidental, las variedades mejoradas del sorgo fotosensible han rendido más de 3500 kg/ha en 120-140 días, como dos meses antes que las variedades locales. Pueden ser sembradas más tarde en la estación de lluvias y florecen como a 8-14 días más temprano que los tipos locales, así asegurando más humedad para el llenado del grano.

Hasta ahora no se han podido desarrollar variedades bastante foto-insensibles (neutrales a largo del día) con

buenas resistencias a los mildiús de cabeza. Hay tipos mejorados de esta clase que tienen maduraciones de 90-120 días, pero la siembra tiene que ser suficientemente avanzada a la estación de lluvias para que el llenado del grano ocurra al principio de la estación seca para evitar los mildiús de la espiga. Pero esto las expone a la carencia de humedad.

Los mejoramientos de la proteína del sorgo: En 1974, dos líneas del sorgo con 30 por ciento más proteína y dos veces la cantidad de la lisina que los tipos tradicionales se descubrieron en Ethiopia. Pero estas líneas sufren las mismas limitaciones del maíz de alta-lisina, en que el grano tiene un almidón suave, y una endosperma harinosa (la porción mayor de la semilla alrededor del gérmen (el embrio) que es muy susceptible a los insectos asociados con el almacenamiento, y a la quebradura durante la trilladura usando animales. Además, los estudios han mostrado que los beneficios del aumento en proteína varían mucho según las condiciones. Por ejemplo, el contenido bajo de nitrógeno en el suelo puede causar que los porcentajes de lisina y proteína bajen a niveles normales. Será el 1985 o más tarde antes de que estas variedades más nutritivas se desarrollen.

La capacidad de fijación del nitrógeno: Igual al caso del maíz, los esfuerzos de criar la habilidad de fijación del nitrógeno en el sorgo están sólo en las etapas experimentales.

Los mejoramientos en producción y el futuro: El sorgo no ha tenido el mismo éxito que el maíz en campañas de mejoramiento de rendimientos en el campo. La mayoría de los éxitos han ocurrido en las regiones de lluvias menos marginales. Por ejemplo, aunque las variedades de sorgo de alto-rendimiento fueron diseminadas en India en la mitad de los años '60, migraron poco lejos de las regiones con lluvias o los sitios regados. Un factor principal es el medio ambiente climático variado de los trópicos semi-áridos donde los conjuntos de tecnología normalizada tienen adaptabilidad limitada, necesitando más estudios. Los esfuerzos organizados para el mejoramiento del sorgo son mucho más recientes que esos del maíz, y tienen un futuro promisorio.

El Mijo

#### El Potencial Para el Mejoramiento

Los rendimientos del mijo generalmente son menos que los del sorgo a causa de las condiciones más severas del cultivo y el período más corto del llenado del grano. Las variedades tradicionales de Africa Occidental tienen factores limitantes graves como una mala arquitectura de la planta. (Tienen tendencia a ser demasiado altas y tener un índice de cosecha bajo.) Además, los tipos fotosensibles con frecuencia florecen demasiado tarde, causando carencia de humedad durante el período del llenado del grano. Las variedades que no son tan afectadas por la duración de la luz diurna (los Geros)

tienen habilidades de macollamiento moderadas, pero no es un macollamiento sincrónico con el tallo principal. A causa de éso, la gran parte de los tallos laterales florecen demasiado tarde, cuando no hay humedad adecuada para el llenado del grano.

### Estudios y Problemas del Cultivo Actuales

El programa de crianza del ISCRASAT se concentra principalmente en el mijo de perla, y su enfoque es el mejoramiento de la resistencia contra la sequía, los insectos, y las enfermedades, una reacción mejorada a las prácticas modernas, un aumento en el índice de cosecha, y la crianza de variedades con varias maduraciones adaptadas a diversas normas de estaciones pluviales. Está seleccionando variedades especialmente adaptadas para combinaciones de cultivos intercalados. Otros intereses son el contenido de proteína y la fortaleza de las plantas semilleras.

En Africa Occidental y el Sudán el ISCRASAT tiene un programa para desarrollar variedades de alto-rendimiento del sorgo y el mijo. Este programa cooperativo incluye los países de Mali, la Volta Superior, Niger, Ghana, Chad, Gambia, Senegal, Nigeria, Mauritania, Cameroon, y Benin.

### Los éxitos del mejoramiento del Mijo

Igual al caso del sorgo, los esfuerzos de mejoramiento del mijo en los países en desarrollo son relativamente recientes y están en una etapa naciente. Los ensayos del ISCRASAT en Africa Occidental en 1976 y 1977 mostraron que las nuevas variedades no eran mucho mejores que

las nativas a Africa Occidental, con unas pocas excepciones. El problema principal era la falta de resistencia a enfermedades y la maduración demasiado precoz. Por otra parte, los esfuerzos de crianza en Senegal han producido unos tipos enanos de alto-rendimiento con mejores reacciones a los abonos. Estos tienen un índice de cosecha mejorado y un período de maduración de 75-100 días. Algunas de las mejores variedades del ISCRASAT han rendido hasta 4000 kg/ha en ensayos internacionales. También se ha visto progreso en el desarrollo de variedades con buena resistencia al mildiu vellosa del sorgo (Sclerospora graminicola), una enfermedad fungóide seria fomentada por condiciones de alta humedad. Como con el maíz y el sorgo, se están haciendo experimentos para desarrollar alguna capacidad de la fijación de nitrógeno en el mijo, pero no se esperan resultados antes de cuatro o cinco años.

Al Horizonte: La producción del mijo debe crecer significativamente en el futuro a medida que más tierras de lluvias marginales se comiencen a cultivar. Con la continuación de las investigaciones se espera que los mijos se conviertan en unos de los cereales más productivos a base de rendimiento por área por tiempo (el rendimiento del cultivo en un lugar por un ciclo de cultivo por un año).

## Los Cacahuetes

### La Potencialidad para el Mejoramiento

Cuando son cultivados bajo condiciones ideales de humedad, los cacahuetes y las otras leguminosas rinden entre un

tercio y una mitad de lo que rinde el maíz. A pesar de esto, puesto que los cacahuets son como tres veces más altos en proteína que el maíz, los rendimientos son muy similares a base de proteína por área (un cultivo de cacahuets de 2000 kg/ha produce el mismo total de proteína que un cultivo de maíz de 6000 kg/ha). El caso es igual con las otras leguminosas, todas las cuales tienen entre dos y tres veces la cantidad de proteína de los cereales. En fin, las leguminosas son productoras de rendimientos modestos de semilla de alta proteína, en vez de altos rendimientos de semilla feculosa como los cereales. Aunque los rendimientos más bajos de las leguminosas se deben considerar, existe la potencialidad de mejoramiento de rendimiento en los países en desarrollo donde la producción por hectárea es considerablemente menos que en los países desarrollados.

#### Estudios y Mejoramiento de Cultivos

Puesto que los cacahuets son auto-polinizadores, el desarrollo de nuevas variedades por cruzados es difícil y lento. Las flores individuales tienen que ser emasculadas y polinizadas a mano. Como la producción de semillas de cada planta es relativamente baja, la multiplicación de tipos mejorados es muy lento, aunque sí se pueden propagar por cortes. La mayoría de los esfuerzos se concentran en coleccionar y mejorar las variedades locales y las

introducidas por medio de selección de adaptación, resistencia a sequías, contenido de aceite y proteína, y el porcentaje de cáscara (la tasa del peso de la cáscara al peso de la semilla).

#### La Diseminación de Actividades del Mejoramiento del Cacahuete

El instituto internacional principal del mejoramiento del cacahuete en los países en desarrollo es el ISCRASAT. También se están haciendo trabajos avanzados en varios de los países desarrollados como los Estados Unidos (especialmente en los estados de Georgia, North Carolina, y Texas), Australia, y Africa del Sur, pero están diseñados para las condiciones locales. Otros centros del mejoramiento del cacahuete son Senegal, Nigeria, Sudán, México, Argentina, y Brasil.

La crianza de las características de la precocidad para adaptación a estaciones pluviales cortas, las semillas latentes (para prevenir la brotación dentro de la tierra), y la resistencia a la roya, las manchas de las hojas, y las aflatoxinas (vea el Capítulo 6) se están elaborando por el ISCRASAT. Los estudios en Senegal han desarrollado varias líneas resistentes al virus de rosetas, un problema serio en las zonas más húmedas del cultivo del cacahuete en Africa.

El cacahuete es el más complicado de todos los cultivos de referencia en términos de las prácticas de cultivación y cosecha necesarias para buenos rendimientos. La preparación del semillero, el control de las malezas y las enfermedades, y la cosecha requieren atención especial al detalle y al cálculo correcto. Porque es un cultivo de más

alto valor que los cereales, la aplicación repetida de los fungicidas foliares para el control de las manchas foliares es de buena relación de costos-beneficios y es otro ejemplo de la sofisticación de técnicas necesarias para buenos rendimientos. Sin duda, la crianza de plantas tiene que hacer un papel en el mejoramiento del cacahuete, pero las prácticas mejoradas del manejo son especialmente importantes para aumentar los rendimientos.

En esos países donde los cacahuetes son un cultivo principal de exportación, la mercadotecnia con frecuencia es controlada por el gobierno, el cual también provee el almacenamiento y actúa como abastecedor de las semillas, los abonos y otros materiales. Bajo estas condiciones, los estudios adaptivos también tienen más prioridad, pero el eslabón débil es el sistema de extensión, el cual tiene que juntar al agricultor con la estación experimental. Por lo general, los rendimientos son mucho menos que los 1700-3000 kg/ha que son posibles bajo las prácticas mejoradas donde la carencia de humedad no es seria.

### Los Frijoles y los Frijoles de Vaca

Hasta el principio de los '70, el mejoramiento de las leguminosas había sido generalmente ignorado. En comparación a los cereales, estas leguminosas de grano parecían ofrecer menos oportunidades a causa de sus rendimientos relativamente bajos y su más alta frecuencia de

susceptibilidad a los insectos y las enfermedades. Pero en vista de su alto contenido de proteína y su potencialidad como complementos nutritivos a los cereales, los programas de extensión agrícola ya no pueden ignorarlos. Los mejores rendimientos de los cereales y las leguminosas son semejantes cuando son comparados a base de la proteína producida por área.

#### La Potencialidad para el Mejoramiento

Los estudios tempranos parecían sugerir que los frijoles comunes eran los menos productivos de las leguminosas. Sin embargo, un estudio de crecimiento comparativo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en el 1978 tratando de cinco leguminosas de grano mostró que los frijoles comunes y las arvejas de vaca eran las dos leguminosas más eficientes de rendimiento a base del número de días de crecimiento (los otros tres fueron los guisantes, la soya y las judías de Mungo.)

Desafortunadamente, el rendimiento promedio actual en Africa y Latinoamérica es 600 kg/ha, mientras el CIAT ha obtenido hasta 4300 kg/ha bajo el monocultivo (los frijoles como el único cultivo) y 3000 kg/ha en cultivos intercalados con el maíz.

#### Investigaciones Actuales y Programas de Cultivos

El instituto internacional principal del mejoramiento del frijol común es el CIAT. En el 1973 estableció un Programa de Sistema de Producción del Frijol para aumentar la producción y el consumo de este cultivo en

Latinoamérica. Adicionalmente, el CIAT coopera con los países en desarrollo en otras áreas. Este esfuerzo recientemente se ha suplementado con un programa patrocinado por el gobierno de los Estados Unidos para estudios cooperativos de los frijoles secos entre 8 universidades estadounidenses y los países en desarrollo.

El programa del CIAT trata de aumentar los rendimientos de frijoles por varios métodos:

- El desarrollo de variedades mejoradas resistentes a las enfermedades principales y a los varios factores como suelos bajos en fósforo, la acidez del suelo, la sequía, y los extremos de temperatura. Se está prestando atención especial al cultivo intercalado con el maíz.
- La crianza de variedades que tengan mejor fijación de nitrógeno. Actualmente, los frijoles comunes son unos de los fijadores de nitrógeno mas ineficientes y requieren tasas moderadas de abonos suplementales.
- El desarrollo de prácticas mejoradas del manejo para ambos la monocultura y el cultivo intercalado (vea el capítulo 4).
- El entrenamiento de funcionarios de programas nacionales en otros países en desarrollo y el desarrollo de una red fuerte de estudios del frijol en Latinoamérica y Africa Oriental

Como parte de su programa de pruebas internacionales, el CIAT mantiene el Semillero Internacional de Rendimientos y Adaptaciones del Frijol (International Bean Yield & Adaptation Nursery; IBYAN), compuesto de 100 variedades. Este Semillero es duplicado por el CIAT y enviado a muchos otros países para uso en sus labores experimentales con el frijol. El Centro para la Agricultura Tropical, los Estudios y el Entrenamiento (CATIE) en Turrialba, Costa Rica también está trabajando para el mejoramiento del frijol.

## El Diseminamiento de las Prácticas Mejoradas para el Frijol

Después de casi cinco años de labores de crianza, la mayoría de las variedades mandadas por el CIAT para los ensayos internacionales en el 1979 tenían alguna resistencia a las plagas mayores como el mosaico común, la roya, los añublos comunes, la mancha foliar angular, el antracnosis, y una especie de grillo dañino (Empoasca Kraemeri) prevalente en Latinoamérica. El CIAT también encontró variedades con alguna tolerancia a los niveles bajos del fósforo en el suelo y al aluminio y la toxicidad por manganeso que frecuentemente afectan al frijol en suelos muy ácidos (mucho menos del valor pH 5.5). Ambos el CIAT y el CATIE han ayudado el progreso del mejoramiento de sistemas de cultivos intercalados del frijol y el maíz por medio de mejores métodos del manejo y del desarrollo de variedades de frijoles.

Puesto que el interés en los estudios del frijol es relativamente nuevo, los programas de mejoramiento en el campo todavía no han mostrado los aumentos impresionantes del maíz, el arroz, y el trigo. A pesar de esto, los adelantos de crianza y manejo están a la etapa en que los agricultores sí pueden mejorar sus rendimientos con un programa de extensión bien organizado.

### Las Arvejas de Vaca

#### El Progreso en el Mejoramiento de la Arveja de Vaca

El Instituto Internacional para la Agricultura Tropical (IIAT) en Nigeria es el instituto internacional principal del mejoramiento de la arveja de vaca (caupí) y está

trabajando para lograr la buena resistencia contra las plagas, los aumentos de rendimientos, y el desarrollo de un conjunto de prácticas mejoradas para las arvejas de vaca bajo las condiciones de cultivos múltiples comunes en el Africa tropical. Hasta el 1978, el IIAT había desarrollado cinco nuevas variedades (VITA 1-5) con mejores rendimientos y resistencia a plagas y un buen contenido en proteína. Son capaces de producir 1500-2500 kg/ha para el pequeño agricultor usando prácticas mejoradas, en comparación al promedio actual de Africa Occidental de 500 kg/ha. El color blanco cremoso de las semillas de VITA 5 es preferido en muchas partes de Africa. Como en el caso de los frijoles comunes, los esfuerzos de mejoramiento de rendimientos en el campo están todavía en las primeras etapas.

## 4. La Planificación y la Preparación

Este capítulo trata de los puntos básicos de la producción de los cultivos de referencia y las recomendaciones actuales sobre los sistemas de cultivos, la preparación del suelo, la selección de las semillas, y la siembra. La sección sobre los puntos básicos de la producción describe los detalles de las operaciones agrícolas. El compendio provee un resumen al día de las recomendaciones para la producción de los cultivos de referencia basados generalmente sobre los datos de los institutos de estudios internacionales y algunos servicios de extensión nacionales. Aunque la sección del compendio ofrece sugerencias generales para los varios cultivos, la agricultura es una labor específica-al-sitio. Esta sección está diseñada principalmente para mostrar la manera en que las recomendaciones varían según las diferencias del medio ambiente físico y la infraestructura de cada área.

## LOS SISTEMAS DE CULTIVOS

Como fue explicado anteriormente, el término "sistemas de cultivo" refiere ambos a la modalidad de cultivos totales de un agricultor o a la de una región, a las secuencias específicas de cultivos y a las asociaciones entre cultivos:

1. La Monocultura: La monocultura es el cultivo repetido de la misma cosecha en el mismo terreno año tras año.
2. La rotación de cultivos es el cultivo repetido de una serie planificada de cosechas (o cultivado y en descanso) en el mismo campo.
3. Cultivos múltiples:
  - a. Los cultivos sucesivos: el cultivo de dos o más cosechas sucesivas en el mismo campo año tras año o estación tras estación. A veces se refiere por el nombre cultivo doble o cultivo triple. Por ejemplo: La siembra de maíz en mayo, la cosecha en agosto, y entonces la siembra de frijoles. Sólo hay un cultivo ocupando el campo a la vez.
  - b. El cultivo intercalado, Es la definición más común del cultivo múltiple y se trata del cultivo de dos o más cosechas al mismo tiempo en el mismo campo. Hay cuatro variaciones básicas:
    - El cultivo intercalado mezclado: Dos o más cultivos sin un sistema fijo de hileras.
    - El cultivo intercalado en hileras: Igual al cultivo intercalado mezclado pero con un sistema fijo de hileras.
    - El cultivo intercalado en ralé: La cultivación de dos o más cultivos simultáneamente durante el ciclo de vida de cada uno. El cultivo segundo usualmente se siembra después que el primero ha llegado a su etapa reproductiva (es decir, a la época de la floración) pero antes de que esté listo de cosechar. Ejemplo: La siembra de una judía trepadora al lado del maíz que acaba de brotar borlas.
    - El cultivo intercalado en líneas: La cultivación de dos o más cultivos en líneas

separadas de tamaño suficiente ancho para la  
cultivación independiente, pero de cercanía adecuada  
para permitir la reacción agronómica.

### La Monocultura contra la Rotación de Cultivos

Es difícil comparar el pro y el contra de la  
monocultura contra la rotación de cultivos puesto que tanto  
depende de los cultivos específicos, los suelos, las prácticas  
del manejo, el clima, y la economía de cada caso. La  
monocultura con frecuencia es culpada por el "agotamiento" del  
suelo (la erosión, y el desgaste de la fertilidad y el surco) y  
el aumento de plagas y enfermedades, aunque ésto no ocurre en  
todos los casos. Algunas áreas muy productivas de la Zona  
Maicera de los E.E.U.U. tienen más del 50 por ciento de su  
tierra arable cultivada en maíz continuo, que rinde igual al  
maíz cultivado bajo rotación. De hecho, los estudios de la  
Zona Maicera han mostrado que el cultivo continuo del maíz bajo  
las condiciones de esa región resulta en menos aumento de  
plagas que en el caso de la rotación del maíz con la soya o las  
siembras de pasto o heno. Por otra parte, el monocultivo de  
algodón en el sur de los Estados Unidos en el siglo 19 y al  
principio del 20 causaron un desgaste serio del suelo y varios  
problemas de plagas.

La monocultura es rara bajo las condiciones de la  
agricultura en pequeña escala en los países en desarrollo,  
puesto que el cultivo intercalado es predominante y es  
necesario producir una variedad de cultivos para las  
necesidades de subsistencia. El monocultivo se limita a

cultivos vivaces de caja y de exportación como el café, la caña de azúcar, los naranjos y limoneros, y los guineos. El determinante del efecto dañino de la monocultura depende del tipo de cultivo, los factores del manejo del suelo, y el clima.

#### El tipo de cultivo:

- Los cultivos de hilera que proveen poca cobertura del suelo o que añaden al suelo pocos residuos (tallos, hojas, ramas, y otros residuos que quedan en el campo después de la cosecha) son mal adaptados a la monocultura (por ejemplo, el algodón, el cacahuete, y el maíz y el sorgo cultivados para forraje o ensilaje).
- Algunos cultivos como los frijoles, las patatas, y varios vegetales son especialmente susceptibles a los insectos y las enfermedades del suelo que usualmente se aumentan con la monocultura.

#### Los Factores del Manejo del Suelo y el Clima:

La condición física del suelo (el surco y la permeabilidad), la fertilidad natural, y la retención de nutrimentos están directamente relacionados a su contenido en materia orgánica (humus o mantillo).<sup>1</sup>

- La monocultura de cultivos en hileras aminora gravemente los niveles del humus (mantillo) del suelo si todos los residuos del cultivo no son devueltos al suelo con adiciones suplementales de abono en grandes cantidades (alrededor de 30 toneladas métricas/ha o más al año).
- Las operaciones de la labranza y la siembra asociadas con la producción mecanizada de cultivos en hilera (o por tracción animal) ventilan el suelo, lo cual acelera la pérdida de microbios y humus. Por esa razón muchos agricultores en los E.E.U.U. y Europa han cambiado a sistemas de labranza mínima como la aradura y la siembra en una sola operación. La labranza mínima causa problemas con las malezas y el uso de herbicidas.
- El problema de la pérdida de humus es especialmente serio en los trópicos a causa de las temperaturas más

---

<sup>1</sup>El humus es la materia orgánica que está bastante descompuesta.

altas. La decomposición ocurre tres veces más rápido en temperaturas de 32°C que en 15.5°C.

- Los problemas de erosión asociados con los cultivos en hileras son más serios en los trópicos a causa de las lluvias más intensas (aún en las áreas semi-áridas).

La rotación de cultivos puede o no ser beneficiosa en términos de la condición del suelo, los insectos, y las enfermedades. En términos de la condición del suelo, el ideal sería la rotación de cultivos de bajos-residuos como el algodón y los vegetales con cultivos de residuos-medianos como el maíz, el sorgo y el arroz, o aún mejor, con cultivos de pasto, pero pocos pequeños agricultores pueden tener esta clase de flexibilidad. La inclusión de un cultivo leguminoso de fijación de nitrógeno como los cacahuets o los frijoles en la rotación añade poco nitrógeno al suelo puesto que la mayoría del nitrógeno termina en las semillas cosechadas. Algunas áreas han hecho experimentos con los abonos verdes como las arvejas de vaca, los cuales son arados en la tierra en la etapa de la floración para añadir mantillo y nitrógeno al suelo (no se cosecha el cultivo), pero hay varios problemas con este método:

- Pocos agricultores quieren usar sus terrenos para sembrar un cultivo que no se puede cosechar.
- El efecto de los abonos verdes en los suelos es de poca-duración bajo condiciones tropicales.
- El cultivo de abonos verdes puede usar la humedad del suelo que se necesita para el próximo cultivo.

## La Rotación de Cultivos Sugerida Para los Cultivos de Referencia

Los variables son muy grandes para hacer recomendaciones específicas de aplicación amplia. Demasiado depende de los suelos, el clima, la predominancia y el tipo de cultivo intercalado, y los insectos y enfermedades comunes del área específica.

Se pueden hacer algunas recomendaciones generales:

- Los cultivos que tienen en común las enfermedades similares (especialmente las enfermedades del suelo como las pudriciones de las raíces) no se deben cultivar en el mismo campo dentro de tres años. Por ejemplo, los cacahuetes, el tabaco, los frijoles, la soya, y el ñame son todos susceptibles al añublo sureño (Sclerotium rolfsii), tanto como a los mismos tipos de nematodos, y no se deben cultivar en el mismo campo sucesivamente.
- Un cultivo como el cacahuete o el frijol que son especialmente susceptibles a enfermedades del suelo no se deben cultivar en el mismo campo más de un año en tres. Otra vez, el cultivo intercalado puede aminorar estos problemas, pero no es un método cierto.
- La monocultura es menos problemática cuando existen las variedades resistentes a las enfermedades y cuando se continúan a desarrollar variedades resistentes a las nuevas variedades de enfermedades

### El Cultivo Intercalado (El Cultivo Múltiple)

Las combinaciones del cultivo intercalado con dos o más de los cultivos de referencia (a veces junto con otros) son muy comunes en las pequeñas explotaciones agrícolas en el mundo en desarrollo.

El cultivo intercalado por lo general no es adaptable a la agricultura mecanizada, pero el cultivo en líneas a veces se usa cuando se puede utilizar maquinaria de hileras-múltiples.

### El Pro y el Contra del Cultivo Intercalado

#### El Pro

- Menos riesgo puesto que los rendimientos no dependen de un sólo cultivo.
- Mejor distribución de la mano de obra,
- Algunas enfermedades e insectos parecen regarse menos rápido bajo el cultivo intercalado.
- Mejor control de la erosión por medio de la cobertura del suelo mejorada.
- Cualquier leguminosa que se cultive puede añadir un poco de nitrógeno al suelo.

#### El Contra

- Causa que la mecanización sea difícil de usar.
- Requiere más manejo.
- El total de costos por unidad de producción pueden ser más altos puesto que la siembra, el control de malezas, y la cosecha son menos eficientes.

El tipo de cultivo múltiple es fuertemente relacionado a la lluvia y al largo de la estación pluvial, como se muestra en el cuadro siguiente:

<u>Lluvia Anual</u>	<u>Tipo de Cultivo Múltiple Prevalente</u>
300-600 mm	Cultivo intercalado mezclado simultáneamente con cultivos de maduración similar
600-1000 mm	Mezclas de cultivos con diferentes maduraciones
Más de 1000 mm	Tres tipos de cultivos múltiples: los cultivos sucesivos, los simultáneos, y los de ralé.

## Los Mejoramientos en los Sistemas de Cultivos Intercalados

El cultivo múltiple es un tema diverso y complejo cuyas pautas con mucha frecuencia son muy específicas al sitio. El interés en investigaciones de cultivos múltiples ha crecido mucho en la última década con la mayoría de la atención enfocada en las combinaciones de cereales-leguminosas que parecen tener el mayor potencial, especialmente el maíz o el sorgo con los frijoles o las arvejas de vaca.

Los siguientes resultados están presentados no para implicar su aplicabilidad a un área específica sino para demostrar los tantos factores que entran en el cultivo intercalado y la ciencia moderna de estos sistemas complejos.

El Programa Nacional del Maíz en Zaire ha estado investigando las rotaciones del maíz y el intercalado con las leguminosas para mejorar la fertilidad del suelo sin usar abonos comerciales. Se han tratado algunas rotaciones usando la soya y la Crotalaria (un abono verde que es venenoso al ganado). Hasta ahora, la Crotalaria parece superior en la habilidad de fijar el nitrógeno, con el cultivo sucesivo de maíz rindiendo hasta 9000 kg/ha. El maíz cultivado después de un abono verde de soya rindió hasta 6700 kg/ha. El Programa Nacional del Maíz también ha trabajado con una combinación de cultivo intercalado de arvejas de vaca y maíz, pero todavía no ha encontrado variedades adaptables de la arveja de vaca.

Ambos la rotación y el cultivo intercalado del maíz con las leguminosas parecen ofrecer algunas ventajas en Zaire, pero hay dos problemas principales:

- Las semillas de las leguminosas son más difíciles de almacenar de un año al otro bajo condiciones húmedas.
- Aunque las leguminosas usadas como abonos verdes pueden contribuir bastante nitrógeno al suelo, los agricultores con mucha frecuencia todavía necesitan usar abonos, porque las leguminosas no crecen bien en los suelos bajos en fósforo que son prevalentes en la mayoría de los trópicos.

Los ensayos del cultivo intercalado del mijo perla con el cacahuete por el ISCRASAT en India mostraron ventajas de rendimientos del 25-30 por ciento. Un sistema de una hilera del mijo a tres hileras de cacahuets aparentemente provee el balance óptimo de competición.

#### Las Investigaciones del Cultivo Intercalado del Maíz con el Frijol

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha elaborado varios ensayos del cultivo intercalado de la combinación maíz-frijol en varios sitios en Colombia. Las pruebas ensayaron la siembra simultánea o casi-simultánea de los dos cultivos en vez de la siembra ralé. Los resultados fueron los siguientes:

- Para el agricultor, la tasa óptima de plantas de maíz a plantas de frijol depende no sólo de los rendimientos relativos sino también de la relación de precios de maíz-frijol que fluctua en una escala entre 1:2 hasta 1:7 en algunos países de Latinoamérica.
- Un gran número de ensayos usando la siembra simultánea o casi-simultánea del maíz con los frijoles mostraron que los rendimientos de la judía enana aminoraron por 30 por ciento y los de la judía trepadora aminoraron por 50 por ciento en comparación a su cultivación aislada.
- Los rendimientos del maíz generalmente no fueron mal afectados por la asociación con los frijoles al nivel de población de maíz de 40,000 plantas/ha. Una densidad de plantas de maíz más de 40,000/ha aminoró

los rendimientos de las judías enanas a causa del sombreado, mientras las densidades menos de 40,000/ha aminoraron los rendimientos de la judía trepadora por razones de apoyo inadecuado.

- Al nivel de 40,000 plantas de maíz/ha, los rendimientos relativos de los dos cultivos fueron mejores a las densidades de judía enana de 200-250,000 plantas/ha y de 100-150,000 plantas/ha de judía trepadora.
- Los rendimientos de las judías trepadoras resultaron más altos cuando éstas fueron sembradas simultáneamente con el maíz; los rendimientos de la judía enana fueron más altos cuando éstas fueron sembradas entre una y dos semanas antes del maíz, aunque esto causó un aminoramiento de rendimientos significativo en el maíz. Los resultados variaron con la temperatura y la fortaleza relativa de las plantas semilleras del frijol y el maíz.

En el 1976 en un ensayo del Centro para la Agricultura Tropical, las Investigaciones y el Entrenamiento (CATIE) en Costa Rica, las poblaciones de cultivos intercalados de 50,000/ha de maíz y 200,000/ha de judías enanas resultaron la mejor combinación y produjeron rendimientos de 3400 kg/ha y 1800 kg/ha respectivamente.

Una investigación del 1976 en la región Minas Gerais del Brasil, elaborada por la Universidade Federal de Vicosa se concentró en el cultivo intercalado de ralé del maíz y las judías. Las poblaciones de maíz de 20-, 40-, y 80,000 por hectárea fueron intercaladas con las judías trepadoras a niveles de 100-, 200-, 300-, y 400,000 plantas/ha. El maíz fue sembrado durante la estación de lluvias, y las judías se sembraron entre las hileras de maíz cuando el maíz estaba casi maduro. Los siguientes fueron los resultados:

- El rendimiento de maíz no fue afectado por las judías y el más alto fue 60,000 plantas/ha.

- Los rendimientos de las judías fueron más altos a la población más baja del maíz, y no fueron afectados por la densidad de plantas de judías.
- Aunque las judías fueron sembradas mientras el maíz comenzaba a secarse, el maíz todavía tuvo un efecto competitivo fuerte, principalmente a causa del sombreado. Cuando es cultivada sola con enrejado, la variedad de judía normalmente rinde 1200-2000 kg/ha a una densidad de 250,000/ha, pero rindió 800 kg/ha cuando fue cultivada con una población de maíz de 20,000/ha.

La Combinación de Arvejas de Vaca-Mijo-Sorgo: La experiencia en Africa ha mostrado que los rendimientos de la arveja de vaca son reducidos entre 45-55 por ciento cuando son intercalados con el mijo y el sorgo. A pesar de esto, cuando son cultivadas solos, las variedades mejoradas de la arveja de vaca son más susceptibles a los ataques de los insectos y con frecuencia requieren el control con insecticidas químicos. Además, las arvejas de vaca intercaladas usualmente no son sembradas hasta más tarde en la estación de lluvias y se consideran más como una cosecha de adehala que no reduce los rendimientos del mijo y el sorgo.

#### El Mejoramiento de Sistemas Tradicionales de Cultivos Múltiples

En el sureste de Guatemala, los pequeños agricultores normalmente siembran el maíz, el sorgo, y los frijoles a mano en terrenos pedregosos escarpados o quebrados, y los rendimientos son de término medio de 530, 630 y 410 kg/ha respectivamente. A causa de una severa escasez de mano de obra

para la siembra al principio de la estación, los agricultores siembran los frijoles en el suelo seco. Entonces sobrecultivan el maíz y el sorgo cuando llegan las lluvias, sin consideración a donde están las semillas no-germinadas del frijol. Con las variedades locales en uso, si los frijoles emergen primero, dominarán al maíz y al sorgo; lo opuesto ocurre si el maíz y el sorgo germinan primero. En esperanzas de un cultivo balanceado, los agricultores están en una competencia con el tiempo para poder terminar de sembrar el maíz y el sorgo antes de que germinen las semillas de los frijoles. La desventaja principal de este sistema tradicional es el riesgo que los frijoles sembrados en tierra seca reciban sólo suficiente lluvia para germinar sin suficiente humedad adicional para sostener el crecimiento (quiere decir un "comienzo falso" de la estación de lluvias).

Los investigadores han ensayado varias alternativas. La más prometedora trata del cultivo intercalado en líneas del maíz, el sorgo, los frijoles, y las arvejas de vaca.

Al principio de la estación de lluvias, los frijoles son sembrados en líneas consistiendo de tres hileras distanciadas a 30 cm. Se deja suficiente espacio entre estas líneas para acomodar grupos de dobles hileras (mellizas) de maíz con dos "varas" (164.0 cm) entre los centros de las hileras mellizas. Dos o más de estos grupos de hileras mellizas se pueden sembrar entre las líneas de frijoles, según la mezcla de cultivos preferida. El distanciamiento de

30 cm de las hileras de frijoles es muy estrecho pero contribuye al mejor control de las malezas porque provee el sombreado más temprano entre las hileras. Además, las líneas son suficientemente estrechas para permitir el control manual de malezas desde los lados para evitar la compactación del suelo o el pisoteado de las plantas.

Una vez que emergen los frijoles, las hileras del maíz se siembran. Si las lluvias paran por un tiempo después de la siembra de los frijoles, la siembra del maíz se puede demorar sin peligro de que los frijoles dominen a las plantas semilleras del maíz (una ventaja del cultivo intercalado en líneas). Los frijoles son una variedad de estación corta que se madura en 60-65 días.

Tan pronto como se cosechan los frijoles, una variedad del sorgo de estación corta se siembra en el espacio entre los pares de hileras mellizas del maíz. Después, las plantas del maíz casi maduras se doblan para reducir el sombreado a las semilleras del sorgo, las cuales son lentas en comenzar. Esto coloca la punta de las mazorcas hacia abajo, lo cual previene la entrada del agua (que favorece las pudriciones fungóides de los granos) y reduce los daños por los pájaros.

Como dos semanas antes de doblar el maíz, las arvejas de vaca son sembradas a las orillas de las hileras mellizas del maíz (es decir, a las orillas de las líneas de frijoles cosechados). Las hojas de la plantas del maíz se arrancan cuando mueren a la maduración y se usan de cobertura del suelo

para conservar la humedad de la tierra. Las arvejas de vaca usan los tallos del maíz para treparse y no causan competición puesto que fueron sembrados tan tarde.

### La Agricultura Migratoria como Sistema de Cultivo

El cultivo migratorio (el cortar y quemar) es un sistema tradicional que fue practicado ampliamente por todos los tropicos húmedos. A causa de las presiones de poblaciones crecientes, el sistema ahora se practica sólo en la selva densa de los áreas del Valle del Amazonas, Africa Central y Occidental, y Asia Sureste.

Aunque hay algunas variaciones, la agricultura migratoria consiste de tres pasos principales:

1. El terreno es completamente arrasado, con los árboles y la otra vegetación cortados y quemados a mano de obra. La quemadura tiene varios efectos:
  - Todo el nitrógeno y el azufre de la vegetación se pierde a la atmósfera en forma de gases. Por otra parte, los otros nutrimentos (el fósforo, el potasio, el calcio, etc.) son depositados en el suelo en forma de cenizas.
  - Aunque se pierde mucha materia orgánica, bastante ya ha sido depositada en el suelo al pasar de los años por el proceso de la caída de hojas y la decomposición de las raíces.
  - La quemadura sólo mata algunos insectos, enfermedades, y semillas de malas hierbas, no todos.
2. Los cultivos crecen en el terreno por dos o tres años, generalmente bajo alguna forma de cultivo intercalado que puede incluir cultivos de ciclos-largos como el manioc (cassava) y el ñame en regiones húmedas. Se requiere poca labranza para la preparación de los semilleros, puesto que el suelo por lo general está en buenas condiciones físicas por haber estado en baldío anteriormente. Los cultivos

utilizan los nutrimentos que se han acumulado naturalmente durante el baldío. Los rendimientos son adecuados el primer año, pero empeoran rápidamente causando que los terrenos sean abandonados temporalmente después de varios años de cultivo.

3. Entonces se deja regresar la tierra a un baldío de vegetación silvestre por 5-10 años para "rejuvenecer" al suelo en varias maneras:

- La vegetación, especialmente si consiste principalmente de árboles y otras especies de raíces profundas, recicla los nutrimentos lixiviables como el nitrógeno y el azufre que se introducen dentro del suelo con las lluvias durante los períodos de cultivo y de baldío. Algunas de las vegetaciones del baldío pueden ser leguminosas y añadir nitrógeno al suelo.
- El período del baldío aumenta la cantidad de humus que es una fuente importante de nutritivos, tanto como un mejoramiento de la condición física del suelo.
- Unas cantidades de nitrógeno pequeñas pero significantes son producidas por los rayos, y éstas son añadidas al suelo por las lluvias consecuentes.

El baldío también ayuda a evitar una acumulación de plagas y enfermedades. La agricultura migratoria no requiere materiales ajenos y está en armonía completa con el medio ambiente natural de los trópicos húmedos. No obstante, el éxito del sistema depende fuertemente del mantenimiento de baldíos de una duración adecuada. Cuando la frecuencia del arrasado y el quemado aumenta, los árboles y los arbustos son matados y lo que evoluciona es un baldío de una hierba muy inferior (baldío de sabana), la cual es de raíces poco profundas, ineficientes en la acumulación de nutrimentos y muy difícil de arrasar para la cultivación. (Muchas especies de hierbas tropicales son estimuladas a crecimiento más denso por la quemadura.) Bajo estas condiciones, la agricultura

migratoria llega a ser un peligro al medio ambiente, causando el desgaste de los bosques, la erosión, y el agotamiento de los suelos. En muchas áreas de Centroamérica los suelos han sido desgastados de esta manera.

#### El Mejoramiento de la Agricultura Migratoria:

Como se ha explicado, el sistema es principalmente adaptado sólo a las zonas húmedas de bosque tropical de poca población. Los esfuerzos europeos de reemplazar la agricultura migratoria con la agricultura "moderna" por lo general terminaron en desastres (la erosión, las plagas, las enfermedades y una desmejora seria en la condición del suelo). Algunos suelos tropicales tienen una capa de laterite altamente ferruginosa que puede quedar expuesta por medio de la erosión. Si esos suelos no se mantienen bajo sombra continua, el laterite se puede endurecer irrevocablemente, convirtiéndolos en tierras inservibles.

Enumerados aquí están algunas de las posibilidades más prometedoras para el mejoramiento de la agricultura migratoria:

- El sistema "Taungya" de origen Burmés, mezclando la agricultura con la selvicultura; consiste básicamente del arrasado de la tierra para un ciclo de cultivos seguido por la siembra de árboles de rápido crecimiento que proveen madera y mejoramientos rurales. Ambas fases operarían simultáneamente dentro de un área.
- El uso de abonos (ambos los químicos y los orgánicos) para aumentar los rendimientos durante el ciclo de cultivos.
- El sembrado del área del baldío con plantas especialmente escogidas que sean más beneficiosas que las especies naturales; el baldío mejorado podría incluir leguminosas enredadoras de poblaciones densas o árboles o arbustos leguminosos.

## LA PREPARACION DE LA TIERRA PARA EL CULTIVO

En las pequeñas explotaciones agrícolas, los métodos de preparación de la tierra para los cultivos de referencia pueden o no incluir la labranza (el trabajar del suelo con azadas, arados, u otro equipo) o la preparación de los semilleros (el aplanamiento de la tierra o la labor en ca'allones).

### Métodos que no Incluyen ni la Labranza ni la Preparación de Semilleros

Bajo condiciones de agricultura migratoria, de poco manejo, o de terrenos muy escarpados o pedregosos, el terreno con frecuencia es limpiado por cortadura y/o quemadura, seguido por la abertura de huecos para las semillas con un palo de plantar o un azado. No se hace ningún esfuerzo de labrar el suelo o formar tipos específicos de semilleros.

- Cortar, quemar, y sembrar: Este método es más adaptable para suelos arenosos que son naturalmente sueltos o para otros suelos que se mantienen de buen surco (una condición suelta y desmoronada) por un baldío largo vegetativo que produce el humus (mantillo). Puede ser el único método practicable para los suelos pedregosos o los suelos de escarpamientos muy inclinados donde la labranza aceleraría la erosión.
- Cortar, cubrir el suelo, y sembrar: Este método también es adaptable a las condiciones mencionadas anteriormente. La vegetación es cortada o matada con herbicidas y dejada sobre la superficie para formar una cobertura del suelo (una cobertura protegedora). Las semillas se pueden sembrar en la tierra o pueden ser tiradas al suelo antes de la cortada. La cobertura orgánica es valiosa para el control de la erosión y de las malezas, la conservación de la humedad del suelo, y

la uniformidad de las temperaturas del suelo. El Instituto Internacional para la Agricultura Tropical (IIAT) ha encontrado que este sistema es muy beneficioso para el maíz y las arvejas de vaca y ha desarrollado dos tipos de sembradores manuales capaces de plantar la semilla dentro de la cobertura.

No hay nada fundamentalmente incorrecto con estos dos métodos. Pero en algunos casos la labranza y la preparación de semilleros pueden traer algunas ventajas importantes:

- Los suelos susceptibles a los problemas de drenaje causados por la topografía, las condiciones del suelo, o las altas lluvias frecuentemente requieren el uso de semilleros elevados para la producción exitosa de los cultivos (con la excepción del arroz).
- Si se necesita abonar con cal para corregir la acidez excesiva del suelo, tiene que ser muy bien mezclado en la primera capa del suelo de 15-20 cm de profundidad para ser completamente efectivo.
- Los abonos químicos que contienen el fósforo y el potasio y los abonos orgánicos deben ser introducidos dentro del suelo a varios centímetros para obtener la máxima eficacia. Bajo los métodos sin-labranza, se pueden aplicar correctamente usando una azada o un machete, pero es más trabajo. Los abonos químicos que contienen fósforo se aplican más eficientemente a los cultivos de referencia en una banda o tira 7.5-10 cm honda que paralela el cultivo a 5-6 cm a un lado. Un surco de abono se puede hacer fácilmente con un arado de madera u otro equipo de tracción animal.
- La mayoría de sembradores de tracción animal o tractor requieren un semillero labrado para operar efectivamente. Hay excepciones, como los sembradores del IIAT.

### Los Métodos que Usan la Labranza

La labranza refiere al uso de equipos de tracción animal o tractor, o de enseres de mano para trabajar el suelo en preparación para la siembra, y tiene cinco razones principales:

- Para quebrar y soltar la tierra para ayudar la germinación de las semillas, la emergencia de las plantas semilleras, y el crecimiento de las raíces.
- Para cortar y/o enterrar los residuos del cultivo anterior, asegurando que no interfieran con el cultivo nuevo.
- Para controlar las malas hierbas (el semillero ideal está completamente libre de malezas a la hora de la siembra).
- Para introducir (mezclar con el suelo) el cal y los abonos (los químicos o los orgánicos).
- Para formar la clase de semillero mejor adaptado al suelo, el clima y el cultivo específico (por ejemplo, los semilleros elevados, los trabajos en caballones, los semilleros planos).

La labranza principal se refiere a la primera rotura del suelo con el arado o con una azada fuerte de excavación. La profundidad de la aradura normalmente varía entre 15-30 cm, dependiente del tipo de arado usado, su modo de tracción, y el mismo suelo. Por ejemplo, un arado de madera llevado por buey no tiene la capacidad de penetración de un arado de reja llevado por tractor, especialmente en suelos espesos.

La labranza secundaria se refiere a cualquier operación de labrado entre la aradura y la siembra para romper los terrones, matar las malezas, cortar basura, y allanar los semilleros. Por lo general se hace con algún tipo de rastrillo (un enser usado para pulverizar y allanar el suelo. La labranza secundaria es menos profunda que la principal y requiere menos fuerza. La labor en caballones, y la formación de semilleros elevados (la elaboración de caballones o semilleros para el cultivo) también se puede incluir en esta categoría.

## Los Sistemas de Labranza de los Cultivos de Referencia

Los cultivos de referencia requieren los mismos sistemas básicos de labranza, pero éstos varían con el suelo específico, el equipo disponible, y la necesidad de introducir cal o abonos. Hay tres sistemas básicos de labranza, cada uno con ventajas y desventajas:

- Arar (o azadonar)/Sembrar: Si son arados al nivel de humedad correcto, algunos suelos (especialmente los margosos y los arenosos) pueden ser adaptables al plantar con sembradora sin la labranza secundaria para romper los terrones. La mayoría de suelos se pueden sembrar a mano después de la aradura, puesto que el agricultor tiene mejor control sobre la profundidad de la semilla que cuando usa un sembrador mecánico. También puede mover los terrones grandes o desmoronarlos cuando camina por la hilera. Esta clase de semillero áspero es ventajoso para el control de las malas hierbas porque los terrones no facilitan el crecimiento de las malezas. También favorece la penetración del agua y reduce el desagüe. Por otra parte, si los semilleros o los caballones se necesitan, éstos se pueden preparar con más facilidad si los terrones grandes son quebrados primero con una grada.
- Arar/Gradar/Sembrar: Éste es el sistema más común en que se usan los sembradores de tracción animal o tractor, si el suelo no se ha roto suficiente con la aradura. Si las condiciones del suelo son oportunas para el crecimiento de las malas hierbas, el suelo se debe gradar tan poco antes posible de la siembra para darle al cultivo una ventaja sobre las malezas.
- La Labranza Mínima: Los agricultores con equipo de labranza llevados por tractor o animal pueden trabajar la tierra demasiado, especialmente con gradados repetidos para controlar las malas hierbas o romper los terrones. La matanza de un grupo de malas hierbas por medio de la labranza sólo estimula más crecimiento de hierbas porque mueve las semillas más cerca a la superficie. La labranza excesiva estimula la pérdida del humus y puede destruir la buena condición física del suelo por medio de la pulverización excesiva. El tráfico de máquinas, animales y pisadas también puede apisonar (compactar) el suelo, perjudicando el desagüe y el crecimiento de las raíces.

La labranza jamás es excesiva cuando se usan enseres de mano en la preparación del suelo para los cultivos de referencia, por la cantidad de mano de obra que requeriría. Los métodos de cortar-y-quemar y cortar-y-cubrir caen dentro la categoría de zero-labranza, igual a los métodos que usan sembradores mecánicos especialmente adaptados a plantar las semillas directamente dentro del suelo no-arado (comunes en los Estados Unidos). El sistema de arar/sembrar descrito en este párrafo o el arar y sembrar en un viaje del tractor son ejemplos de la labranza mínima. Los ahorros del equipo y combustible son ventajas donde se usan los tractores.

### La Labranza y la Lisura del Semillero

El grado necesario de rotura de los terrones depende principalmente del tipo y tamaño de semilla y si se va a sembrar a mano o sembrar a máquina.

1. El tipo de semilla: El maíz, el mijo, y el sorgo son monocotiledóneas con plantas semilleras que emergen del suelo con una especie de espiga. Esto reduce la necesidad de un semillero libre de terrones. Los cacahuets y las otras leguminosas son dicotiledóneas, y emergen en forma embotada, arrastrando a los dos lóbulos; éstas tienen más problemas con los terrones.
2. El tamaño de la semilla: Las semillas grandes tienen más fortaleza que las pequeñas, permitiendo que las plantas semilleras emerjan de semilleros asperos. Las semillas del maíz son monocotiledóneas grandes, lo cual les da muy buena capacidad de manejar los terrones. Los cacahuets y las otras leguminosas son de semillas grandes, pero en este caso no es tanto la ventaja porque son dicotiledóneas. Las semillas pequeñas del sorgo y especialmente del mijo son menos fuertes, pero esto está balanceado por el hecho de que son monocotiledóneas. Las semillas pequeñas requieren una sembrada menos profunda, y este grado de precisión no es posible con sembradores mecánicos en suelos asperos .
3. Los agricultores pueden manejar los semilleros si siembran a mano. Así tienen más control sobre la profundidad y pueden mover los terrones grandes. Además, es muy común en la sembrada a mano plantar varias semillas en cada hueco, lo cual les da mejor oportunidad de brotar.

Los suelos arcillosos, especialmente esos bajos en humus, frecuentemente quedan más llenos de terrones después del arado que los margosos o los arenosos. Por lo general la aradura se hace al final de la estación seca, cuando los suelos están muy secos, lo cual aumenta el problema. La lluvia después de la aradura puede reducir los problemas de terrones en algunos suelos porque rompe los terrones.

#### La Profundidad de la Labranza

Una profundidad de aradura entre 15-20 cm generalmente es adecuada, y pocas veces hay ventaja en arar con más profundidad. De hecho, la aradura menos profunda frecuentemente se recomienda para las áreas de pocas lluvias como el Sahel para conservar la humedad.

En algunos sitios, unos arados de subsuelo de tractor (una asta larga y angosta que penetra el suelo hasta 60 cm) se usan para tratar de romper las capas duras profundas (capas comprimidas). Los resultados son mediocres o ineficaces, según la clase de capa dura; éstas que consisten de una capa densa de arcilla vuelven a pegarse dentro de poco tiempo.

Entre el 65-80 por ciento de las raíces de los cultivos de referencia se encuentran en la capa arable, porque esta capa es más fértil (debido en parte a su contenido más alto de materia orgánica) y menos consolidada que el sub-suelo. A pesar de esto, las raíces que llegan a penetrar el sub-suelo pueden utilizar las valiosas reservas de humedad, lo que hace una diferencia crítica durante una sequía. El abono adecuado de la capa arable fomenta el desarrollo de

raíces a niveles más profundos. Por otra parte, el desagüe inadecuado y la acidez excesiva en el subsuelo pueden dificultar o prevenir la penetración de las raíces.

### El Manejo de los Residuos de la Cosecha

Hay tres maneras básicas de manejar los residuos del cultivo anterior (los tallos, las hojas, y las ramas) cuando se prepara el terreno: quemar, enterrar, y cubrir:

1. Quemar--Esto destruye la materia orgánica de los residuos, pero a veces es la única solución practicable en casos donde falta la maquinaria adecuada o donde hay poco tiempo para la operación.
2. Enterrar--El cortar de los residuos con una grada de discos o una cuchilla y luego el arar de éstos para introducirlos dentro del suelo es una práctica común en la agricultura mecanizada.
3. Cubrir el suelo-- Cortar los residuos y dejarlos encima del suelo tiene unas ventajas como la reducción de la erosión causada por las lluvias y los vientos, tanto como la reducción de las pérdidas de humedad por medio de la evaporación. No obstante, hay dos desventajas a la cobertura del suelo que se deben considerar:
  - Los residuos se dejan en el superficie pueden interferir con la operación de la maquinaria como los sembradores, los arados, y las escardaderas, los cuales se pueden trabar.
  - El cubrir del suelo no es recomendado para los cacahuetes, especialmente en las regiones húmedas, puesto que son muy susceptibles al añublo sureño (Sclerotium rolfsii) que puede incubarse sobre los residuos de cualquier clase de planta (vea la página 342).

### La Tracción Animal Contra la Fuerza del Tractor: Algunas Consideraciones para el Pequeño Agricultor

En los países en desarrollo, la fuerza del tractor y su equipo está generalmente limitada a las grandes

explotaciones agrícolas y a las áreas donde los costes de la mano de obra son altos. La inversión grande, los costes de combustible y reparaciones, y los requerimientos de mantenimiento todos van contra la compra de esta maquinaria por los pequeños agricultores. Las partes de repuesto y las reparaciones comunmente hacen falta, con el resultado que una avería puede ser un desastre. Una investigación del ISCRASAT sobre la economía de los tractores de tamaño estándar en India dio nuevas muestras que éstos no aumentan significativamente los rendimientos, la densidad de cultivos, el uso del tiempo o los rendimientos brutos por hectárea. El dinero con frecuencia se puede gastar más efectivamente en equipo de tracción de animales, semillas mejoradas, abonos, y otros materiales de altos rendimientos.

A pesar de esto, hay dos situaciones donde la fuerza del tractor se puede justificar:

- El equipo llevado por animal a veces no es suficiente para los requerimientos de producción del agricultor intermedio que tiene como 5-20 ha de terreno. En este caso, equipo de poco caballo de fuerza es muy apropiado. El programa de sistemas agrícolas del Instituto Internacional para la Agricultura Tropical (IIAT) ha creado un equipo de múltiples-usos con motor de gasolina de 5 caballos de fuerza que puede plantar los cultivos con un sembrador mecánico de dos hileras, llevar 500 kg en un coche de remolque, y convertirse en un tractor manual para la labranza rotatoria, la labor en caballones, el cortado de vegetación, y el arado de campos de arroz. Varios manufactureros han desarrollado otros tipos semejantes de equipo de poco caballo de fuerza.
- El pequeño agricultor a veces puede beneficiar del alquiler de trabajos de tractores cuando los necesita en períodos de auge en que su fuerza laboral normal no puede cumplir con la demanda.

## El Equipo de Labranza Básico para la Aradura y el Gradar

Los enseres de mano: Las azadas fuertes de excavación pueden ser muy efectivas para las áreas pequeñas. En Kenya, por ejemplo, casi todos los pequeños terrenos se preparan de esta manera, aunque una familia no puede manejar mas de 0.5 ha con este método. En un clima húmedo-seco, la mayoría de las preparaciones se hacen cuando el suelo está duro y seco, lo cual impone obstáculos adicionales para los enseres de mano. Algunos servicios de extensión recomiendan que la tierra se prepare al final de la estación de lluvias anterior, antes de que se seque el suelo. Pero ésto no siempre es posible a causa de los cultivos que están todavía en el campo.

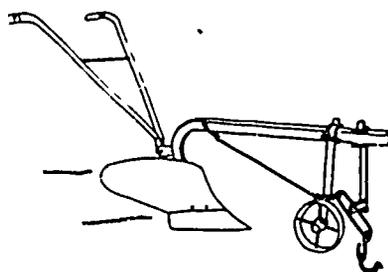
El arado de madera: Existen diseños de arados de madera desde hace siglos. Con frecuencia son de tracción animal, y algunos tienen una punta de metal. No invierten el suelo ni entierran los residuos del cultivo sino que abren zanjás. Su eficacia depende mucho del tipo de suelo y el contenido en agua. Los surcos que hacen también pueden servir de zanjás para las semillas y los abonos.

El arado de reja: Este es el arado ideal para invertir las hierbas, los cultivos de abonos verdes, y los residuos de cultivos espesos como los tallos cortados del maíz. También entierra las semillas de las malas hierbas con más profundidad y daña las malezas vivaces más que otro equipo. Los arados de reja se encuentran en modelos para ser llevados por caballo



Una azada fuerte de excavaciones

Un tipo común de arado de madera. La mayoría tienen puntas de metal para reducir el desgaste.



Un arado de reja. La sección de las vertederas está redonda para que invierta el pedazo de suelo que es cortado por la reja.

usualmente sólo una base) y modelos de tractor (por lo general de dos a seis bases). Según el tamaño del arado (el ancho de las vertederas vistas desde la parte delantera y la parte trasera) y la condición del suelo, penetran entre 15-22 cm.

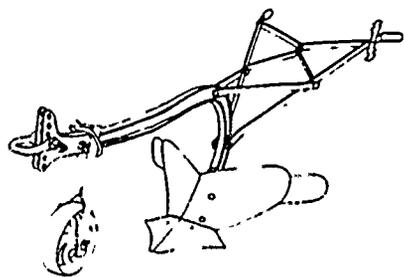
Si no tienen un mecanismo de desenganche de resorte los arados de reja no manejan bien los suelos pedregosos. No están tan bien adaptados a los lugares secos como las gradas de discos. También encuentran problemas en suelos arcillosos pegajosos y pueden formar una capa dura (una capa delgada comprimida que puede impedir el crecimiento de las raíces) si se usa a la misma profundidad año tras año.

La grada de discos: Es mejor adaptada que el arado de reja a los suelos duros, arcillosos, pedregosos, o pegajosos, pero no entierra los residuos con la misma eficiencia. Esto es una ventaja en las áreas más secas donde los residuos en la superficie reducen la erosión por vientos y lluvias y aminoran la evaporación de la humedad. Las gradas de discos no se recomiendan para tierras del cultivo del cacahuate donde existe el problema del añublo sureño, porque los residuos guardan las esporas. Tampoco hacen un trabajo eficaz de invertir la césped. Las gradas de discos se encuentran principalmente en modelos llevados por tractor. En comparación a los arados de reja, tienen menos tendencia de formar una capa dura si se usan al mismo nivel año tras año.

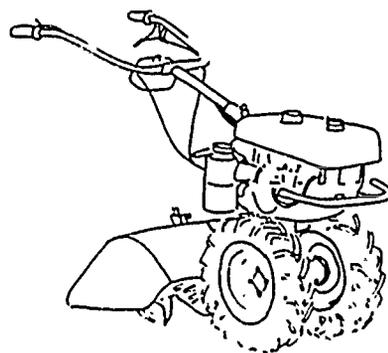
Los Arados de Caballones (Los arados "Lister" o "abrezanjas").

Estos funcionan a base de una vertedera de dos lados que tira

el suelo en dos direcciones. Así produce una serie de zanjias (surcos) y caballones alternantes cuando se pasa por un campo. Según el clima y el suelo, el cultivo se siembra dentro del surco (en las áreas de poca lluvia donde no hay problemas drenaje) o encima de los caballones (en las áreas de lluvias copiosas o esas que tienen problemas con el drenaje). Este tipo de sembrado en surcos es ventajoso en las áreas más secas para los cultivos de cereales, porque conserva la humedad. La tierra es tirada en la hilera más tarde en el período para controlar la maleza, y ésto también hunde las raíces a un nivel más profundo del suelo, donde la humedad es más adecuada. Pero esta clase de sembrado no se recomienda para los cacahuetes y frecuentemente tampoco para los frijoles por el problema de las pudriciones de las raíces y de los tallos.



Un arado de caballones "lister" o abrezanjas para formar semilleros elevados o caballones



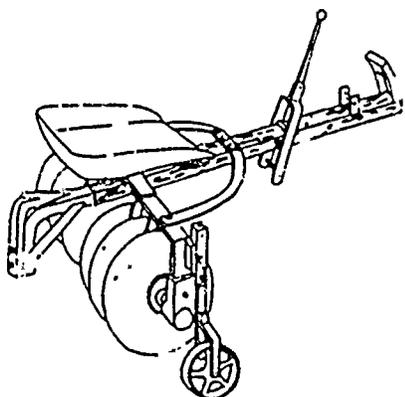
Una fresadora agrícola o rotatoria. Note las rejas rotatorias debajo de la capota detrás de las ruedas

### Las Fresadoras (rotatorias):

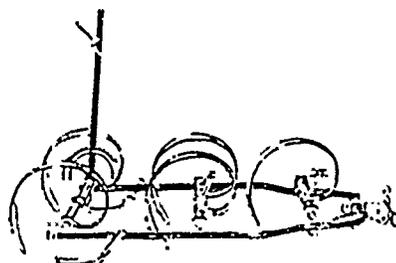
Estas son asequibles en modelos de tractor. Pulverizan completamente el suelo y entierran parcialmente los residuos de cultivos. Los modelos de gran potencia se pueden usar para una labranza completa en un paso. Las desventajas son que los requerimientos de fuerza son muy altos y es muy fácil de trabajar el suelo demasiado con este equipo. De hecho, las fresadoras agrícolas hacen un trabajo demasiado completo de preparación de semilleros en relación a lo que se necesita para los cultivos de referencia y son mejores para los cultivos de vegetales.

La Grada de Discos: Las gradas de discos por lo general se usan después de la aradura para romper los terrones, controlar las malas hierbas, y allanar el suelo antes de la siembra. También se usan para cortar los trozos de residuos antes de la aradura (especialmente si se va a usar un arado de reja o una grada de discos), pero los modelos de más potencia con discos recortados (discos con grandes endentaduras) son los más efectivos para este fin. Existen dos modelos, los llevados por animal y los llevados por tractor, pero son costosos y susceptibles a fallos de los rodamientos si no son lubricados con regularidad. Las versiones grandes de gran potencia llevados por tractor con frecuencia se llaman arados de Roma y a veces se pueden usar de sustitutos por el arado. El grupo de discos están descentrados en la dirección de la carrera para que puedan cortar, tirar, y aflojar la capa superior de

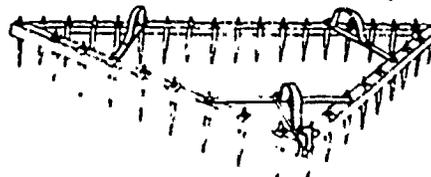
7.5-15 cm del suelo pero comprimir la capa más baja. El gradar repetido del campo antes de la siembra puede dejarlo más duro que antes de la operación si se hace cuando el suelo está húmedo.



Una grada de discos de tracción animal



Una grada de dientes flexibles.



Dos modelos de la grada de espigas.

Las Gradadas de Espigas: Estas consisten de una armadura de metal o de madera tachonada con espigas; se le añade peso adicional con piedras o leñas para un efecto máximo. Se usan para allanar el semillero y romper los terrones (según el

contenido correcto de humedad), y son especialmente adaptadas para matar las plántulas de las hierbas malas que emergen antes de la siembra. Las gradas de espigas están hechas de varios anchos y se clasifican según el peso y el largo de los dientes. En algunos caso, este tipo de grada se puede usar en el campo sembrado desde unos días después de la siembra hasta que las plantas semilleras lleguen a unos pocos centímetros de altura, para controlar las hierbas malas o desmoronar el suelo duro. Las gradas de dientes se traban si hay residuos en el suelo.

Las gradas de dientes flexibles: Estas gradas tienen dientes hechos de acero de resorte que excavan, levantan y aflojan la capa superior de 7.5-10.0 cm del suelo, rompen los terrones, y allanan el semillero. No son adaptables a suelos duros o sucios pero manejan bien las piedras.

Las Escardaderas de Campo: Estas son semejantes en apariencia a los arados de cincel (o arados de subsuelo), pero no son tan pesados. Se pueden usar para la labranza inicial en los suelos de poca resistencia, pero generalmente se usan como equipo de labranza secundaria para el control de las malas hierbas. La mayoría de los modelos son para uso con tractores.

(Informes adicionales sobre el uso de equipo de tracción animal se encuentra el Animal Traction, Cuerpo de Faz, Tecnologías Apropriadas para el Desarrollo, Manuales Serie #12, por Peter Watson, 1981.)

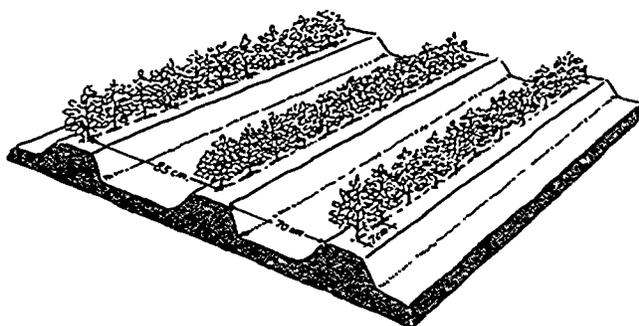
## La Forma del Semillero

La forma mejor del semillero depende más del clima y el suelo que del cultivo de referencia particular.

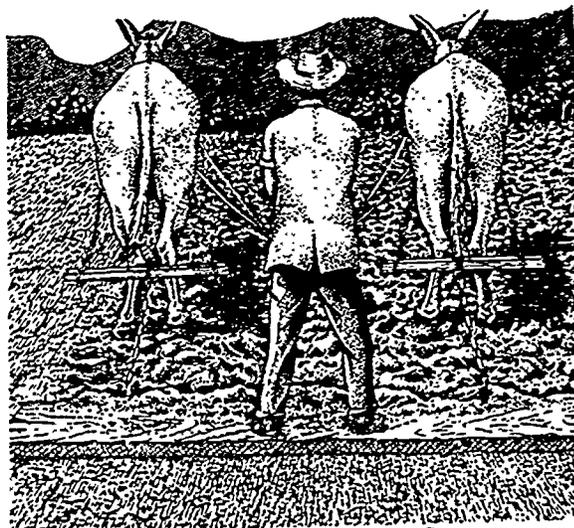
Los Semilleros Planos: Esta forma se usa donde la humedad del suelo es adecuada para el crecimiento de los cultivos y donde no hay problemas con el drenaje. Bajo tales condiciones, los cultivos de referencia con frecuencia se siembran en un semillero plano y después son "aporcados" con tierra (el suelo es movido a la hilera y amontonado alrededor de las plantas) a medida que progresa la estación, para controlar las malas hierbas dentro de las hileras, proveer apoyo, y mejorar el drenaje. Esta práctica no se recomienda para los cacahuets en las áreas calientes y húmedas donde las pudriciones de las raíces son un problema.

Los Semilleros Elevados (Caballones o Semilleros): Bajo condiciones de lluvias copiosas y/o drenaje inadecuado, los cultivos de referencia normalmente se siembran sobre caballones o semilleros elevados para que no se mojen "los pies". Esto también ayuda a reducir las plagas del suelo como las pudriciones de los tallos y ayuda a controlar la erosión por agua si los caballones están formados en contorno. La infiltración de agua es ayudada y el desagüe reducido. Además, la siembra en caballones facilita el uso de equipo de excavación para la cosecha de los cacahuets. En fin, este sistema provee una capa arable más profunda para el crecimiento del cultivo. La desventaja principal de la

sembradura en caballones es la pérdida acelerada de humedad de los caballones-- lo cual normalmente no es un problema serio en los sitios húmedos excepto durante las temporadas secas. En las áreas más secas, la cobertura del suelo es beneficiosa. En las regiones donde la estación de lluvias comienza lentamente, los cultivos se pueden cultivar en semilleros planos y después aporcados a medida que las lluvias aumentan. El regado en surcos siempre requiere la siembra en caballones.



Un cultivo de frijoles en semillero elevado.



El allanamiento del suelo con un enser de aplamamiento formado de una tabla pesada.

La siembra en surcos: Bajo condiciones de poca lluvia o suelos de poca retención de humedad (por ejemplo, los suelos arenosos), los cultivos con frecuencia se siembran en el surco en el centro de los caballones donde hay más humedad. Después se puede echar más tierra en los surcos para controlar las

malezas y mejorar el drenaje (si la lluvia aumenta). Este tipo de sembrado hundido no se recomienda para los cacahuetes en las áreas húmedas, porque fomenta la pudrición de raíces y tallos, especialmente si la tierra es echada en el surco.

Nota: Los agricultores locales por lo general tienen bastante experiencia con la preparación de semilleros, cuide de no interferir con los métodos tradicionales sin primero considerar todos los aspectos y hacer unas pruebas.

### Los Equipos para la Preparación de Semilleros

Los semilleros planos usualmente no requieren esfuerzos especiales más que la aradura y posiblemente el gradar. Si se requiere más aplanamiento del suelo el pequeño agricultor sin acceso a los equipos especiales de aplanamiento llevados por tractor puede hacer un trabajo satisfactorio arrastrando por el campo una tabla pesada llevada por un animal de carga.

Los caballones o los semilleros elevados se pueden hacer con las azadas de excavación, los arados especiales de caballones (vea la sección sobre los equipos para la labranza) o los arados "lister" o abrezanjas llevados por tractor (discos rotatorios formados de angulos opuestos para echar la tierra y formar los semilleros). El cultivo se puede sembrar encima de los caballones o dentro de los surcos, según el suelo y el clima.

UN RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES  
PARA LA PREPARACION DEL SUELO  
PARA LOS CULTIVOS DE REFERENCIA

La preparación del suelo es una operación que varía según el clima, el tipo de suelo, el cultivo, el nivel de manejo y el equipo asequible. Lo siguiente es un resumen de los factores principales en el proceso de escoger el método más practicable y apropiado de la preparación del suelo y la formación del semillero para los cultivos de referencia:

1. La finura del semillero (los detalles de una preparación completa)
  - Las semillas grandes y la emergencia en espigas de maíz le da la mejor adaptabilidad para el manejo de los terrones de todos los cultivos de referencia.
  - Los semilleros asperos (llenos de terrones) dificultan el crecimiento de las malezas y reducen la erosión causada por lluvias y vientos; también aumentan la retención de agua porque reducen el desagüe.
  - Los cultivos de referencia pueden tolerar un semillero más aspero cuando son sembrados a mano que cuando se usan los sembradores mecánicos típicos.
  - Para aminorar el apisonamiento del suelo y otros efectos del trabajo esquilante tanto como para reducir los costes de la mano de obra, la maquinaria y los combustibles, es mejor usar la cantidad mínima de labranza posible para la formación adecuada de los semilleros.
2. La profundidad de la labranza
  - Es raro que sea ventajoso arar a un nivel más profundo que 15-20 cm.
  - La aradura superficial se aconseja en las áreas más secas para reducir la erosión por viento y la pérdida de humedad.
3. El Manejo de los Residuos de la Cosecha
  - El dejar de residuos sobre la superficie es especialmente ventajoso en las áreas más secas porque

reduce las pérdidas de humedad y la erosión por viento. También reduce la erosión causada por lluvias y aumenta la retención de agua.

- En el cultivo de cacahuetes (y a veces los frijoles), se recomienda el enterramiento completo de todos los residuos en las áreas donde el añublo sureño (Sclerotium) es un problema, puesto que la enfermedad puede incubarse en los residuos en la superficie.
- En el caso de los otros cultivos de referencia, los residuos en la superficie pueden agravar ciertos problemas de insectos y enfermedades.

#### 4. Los Usos Apropriados del Equipo

- El arado de rejas es el implemento más efectivo para enterrar los residuos de los cultivos y las hierbas.
- La grada de discos es más adaptable que el arado de rejas a los suelos duros, arcillosos, pedregosos, o pegajosos, pero no invierte los residuos y la hierba tan efectivamente.
- Los arados de cincel son mejores para las áreas de menos lluvias y dejan basura encima del suelo. Son inefectivos en suelos mojados.
- Las gradas de discos manejan los terrones mejor que las gradas de espigas (dientes) y las gradas de dientes flexibles pero son más costosas y necesitan reparaciones frecuentes.

#### 5. La Formación de los Semilleros

- La siembra en caballones se recomienda para todos los cultivos de referencia bajo altas lluvias o drenaje inadecuado.
- Los semilleros en plano son mejor adaptados a los suelos con buen desagüe. Pero se puede amontonar la tierra en el surco a medida que crece el cultivo, para controlar las malas hierbas y mejorar el drenaje si la lluvia aumenta.
- La siembra en surcos es mejor para las áreas de pocas lluvias porque conserva la humedad.
- Los cacahuetes y los frijoles son especialmente susceptibles a las pudriciones de raíces fomentadas por el exceso de agua. Se deben sembrar en semilleros planos o en caballones.

## LA SELECCION DE LAS SEMILLAS

### Los Factores que Afectan la Selección de Variedades

La selección de una variedad localmente adaptada que tenga una buena potencialidad de rendimiento y características aceptables del grano es fundamental a la producción exitosa del cultivo. Hay varias características importantes relacionadas a la variedad que se deben considerar en el proceso de selección de semillas:

1. La potencialidad de rendimiento: Esto está relacionado con la fortaleza natural y otras características enumeradas en lo siguiente.
2. El tiempo de maduración: Las variedades caen en tres categorías generales de maduración: tempranera-, mediana-, y de maduración tardía (cuando se cultivan bajo temperaturas semejantes). Las variedades tempraneras producen una cosecha más rápido, pero los rendimientos pueden ser entre 10-15 por ciento más bajos en comparación a los tipos de maduración más lenta si los dos reciben humedad adecuada. Sin embargo, las variedades precoces son especialmente adaptadas a las estaciones pluviales cortas o al cultivo sucesivo.

Puesto que la temperatura tiene una fuerte influencia sobre el largo del período de crecimiento de las variedades, algunas naciones como los E.E.U.U. están clasificando las variedades del maíz en términos de los días de temperatura de crecimiento (unidades totales de calor) que se necesitan para la maduración, en vez del número de días según el calendario.

3. La adaptación a la elevación: Esto tiene que ver con el tiempo de maduración y la capacidad de crecimiento a diferentes alturas y temperaturas. En las regiones con marcadas variaciones en elevaciones como Centro América, los países Andinos, y Etiopia, los tipos de

maíz y sorgo son clasificados según su adaptación a la altura (por ejemplo, 0-1000, 1000-1500, etc.); se puede usar un sistema similar para los frijoles y otras leguminosas.

4. La tolerancia a calor y frío: Las clases de semillas varían en sus tolerancias a los excesos de calor o frío.
5. La tolerancia a sequías: Aún las variedades de un sólo cultivo pueden variar sustancialmente en este respecto. En un ensayo de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1978 una variedad escogida por su tolerancia a las sequías sobrepasó los rendimientos de una variedad de riego-completo por 64 por ciento bajo condiciones de escasez severa de humedad.
6. La resistencia (tolerancia parcial) a los insectos, las enfermedades, y los nematodos, tanto como a los daños causados por pájaros y los problemas del suelo como la acidez excesiva y los niveles bajos de fósforo. Las variedades de los cultivos de referencia pueden variar considerablemente en su tolerancia a estos problemas, los cuales son los intereses mayores de la crianza de plantas.

La resistencia al vuelco también es una consideración importante en la selección de una variedad de maíz.

7. El hábito de crecimiento y otras características de la planta: Por ejemplo, las variedades de frijoles pueden ser de judía enana, de vid parcial o de enredadera en su hábito de crecimiento; el mijo varía en su capacidad de macollamiento y el sorgo en su potencialidad de hechar brotes (vea la página 73).

La altura de la planta y la tasa de hoja y tallo también cambian según la variedad.

8. La sensibilidad a la duración del la luz diurna (la fotosensibilidad) varía mucho entre las variedades del sorgo y el mijo (vea la página 58).
9. El color, la forma, el tamaño, y la adaptabilidad al almacenamiento, etc. de las semillas.

#### Las Variedades Tradicionales Comparadas con las Mejoradas

En la selección de la variedad, es importante comprender las diferencias entre las variedades tradicionales, los híbridos, los sintéticos, y otras variedades mejoradas.

1. Las variedades tradicionales (locales): Estas tienen tendencia a ser de rendimientos relativamente bajos pero por lo general son fuertes y tienen una resistencia buena a los insectos y a las enfermedades locales. A pesar de ésto, la mayoría están adaptadas a niveles bajos de fertilidad del suelo y de manejo y frecuentemente no responden tan bien como los tipos mejorados a los abonos y otras prácticas mejoradas. Las variedades nativas del maíz, el sorgo, y el mijo tienden a tener una tasa demasiado alta de tallo y hojas a grano, pero ésto puede ser una ventaja en las áreas donde el ganado es importante.

A pesar de ciertas desventajas, las variedades locales pueden ser las mejores en algunas situaciones. Durante los primeros años del Proyecto Maicero de Puebla en México (vea la página 110), algunas de las variedades locales consistentemente sobrepasaron los rendimientos de todas las plantas mejoradas desarrolladas por los criadores.

2. Un híbrido es un tipo de variedad mejorada producida por el cruce de dos o más líneas innatas de un cultivo. Ésto es relativamente fácil de hacer con el maíz y el sorgo, y existen varios híbridos de estos dos cultivos. El desarrollo de híbridos de los cacahuates, los frijoles y las otras leguminosas ha resultado más difícil, y no son generalmente asequibles. Las investigaciones del mijo todavía están en una etapa muy temprana para que los híbridos tengan mucha importancia.

Cuando se cultivan bajo condiciones similares, un híbrido adaptado puede sobrepasar las mejores variedades adaptadas producidas normalmente por 15-35 por ciento de rendimientos, pero no siempre. A pesar de estos beneficios de rendimientos posibles, los híbridos tienen varias desventajas:

- En contraste a la variedades producidas naturalmente, la semilla cosechada de un híbrido no se debe volver a sembrar. Si es sembrado de nuevo, el híbrido comienza a degenerarse y a retroceder a las líneas originales (y con frecuencia menos ventajosas) antecedentes. Los rendimientos pueden aminorar entre 15-25 por ciento con cada cosecha. Pocos pequeños agricultores tienen la inclinación o el dinero para

comprar semilla nueva para cada siembra si no hay arreglos especiales y esfuerzos educacionales para ayudarlos.

- La semilla híbrida puede ser varias veces más cara que la de otros tipos.
  - Los híbridos requieren el buen manejo para producir más que los otros tipos.
  - Los híbridos muestran una variación de adaptación más limitada a las diferentes condiciones de cultivos que las otras variedades; lo cual hace que sea más difícil encontrar un híbrido apropiado. Se calcula que 131 híbridos fueron desarrollados para adaptación a las variadas condiciones de la zona maicera de los Estados Unidos.
3. Los sintéticos son variedades mejoradas que han sido desoralladas por la polinización cruzada de varias líneas (polinizadas naturalmente sin la crianza específica de los híbridos). Estas líneas primero se prueban para su habilidad de combinar y después se cruzan en todas combinaciones. Las variedades sintéticas con frecuencia producen tanto como los híbridos bajo las condiciones de la agricultura en pequeña escala y tienen las siguientes ventajas sobre ellos:
- Tienen más variabilidad genética que los híbridos, lo cual los hace más adaptables a las diferentes condiciones de cultivo.
  - La semilla cuesta menos que la de los híbridos.
  - En contraste a los híbridos, las semillas cosechadas de un sintético si se pueden volver a plantar sin la pérdida de fortaleza si los agricultores toman el trabajo de escogerla de las plantas que muestran las mejores características.
4. Las variedades mejoradas por medio de selección en masa: Esta es la forma más básica del mejoramiento de variedades y consiste de la cruzada natural entre líneas sin esfuerzo de probar la habilidad de combinación (igual al caso de los sintéticos) y la selección continua de las semillas de las plantas que muestran las mejores características. Mientras los rendimientos no son tan buenos como los producidos por los híbridos o los sintéticos, la semilla es más barata y se puede volver a sembrar.

## Las Pautas Para la Selección de una Semilla de Calidad

La calidad de la semilla puede ser influida por los siguientes factores:

1. La pureza de la variedad: Los agricultores que usan su propia semilla cosechada para volver a sembrar pueden quedar razonablemente asegurados de la pureza de la variedad, especialmente con los cultivos que son auto-polinizados naturalmente (el mijo, el sorgo, los cacahuets, las arvejas de vaca, los frijoles, y la mayoría de las otras leguminosas). En vista de que el maíz es de polinización cruzada, existe la oportunidad de "contaminación" por otras variedades cercanas. Esto se puede reducir si se selecciona de la parte central del campo la semilla para la próxima siembra .

Las semillas comerciales pueden o no tener pureza de variedad, según el abastecimiento y las normas de semilla comercial del país. En algunos sitios semillas certificadas son asequibles con una garantía de pureza genética y una germinación probada.

2. La germinación y la fortaleza dependen principalmente de la edad de la semilla y las condiciones en que ha estado almacenada. Las temperaturas altas y la humedad tanto como los daños por insectos (los gorgojos, etc.) pueden reducir dramáticamente ambos la germinación y la fortaleza. La semilla certificada generalmente está marcada con un porcentaje probado de germinación, pero las condiciones de almacenamiento pos-prueba anulan el valor de la garantía. Ud. debe fomentar el uso de una prueba de germinación por los agricultores antes de que siembren cualquier semilla, no obstante el abastecimiento.
3. Las características visibles: Los mildius, los daños de insectos, el quebrantamiento, y las semillas encogidas o secas significan problemas.

NOTA IMPORTANTE: Los frijoles, la soya, y los cacahuets descascarados son muy susceptibles a daños por el manejo aspero de las semillas secas durante la cosecha, el procesamiento, y el envío. El dejar caer de un saco de frijoles en un piso de cemento es suficiente para dañarlos. Ambos los tegumentos y las

semillas se quiebran muy fácilmente; el manejo descuidado también puede causar daños invisibles. En ambos casos, estos daños pueden causar plantas semilleras enanas, malformadas y débiles.

4. Las adulteraciones como las semillas de malas hierbas; Estas son más problemáticas en los cultivos con semillas muy pequeñas como el mijo y el sorgo, donde la separación es más difícil.
5. Las enfermedades llevadas por semillas: Algunas enfermedades como el antracnosis pueden mostrar síntomas visibles en la semilla contaminada, mientras otras no los muestran. Las semillas certificadas, si son cultivadas bajo los procedimientos apropiados de inspección y entresacadura (la eliminación de las plantas enfermas), son libres de ciertas enfermedades llevadas por semilla y son especialmente recomendadas para los frijoles. Algunas enfermedades comunes fungóides son transmitidas por el tegumento de las semillas y se pueden controlar con el uso de fungicidas; otras (especialmente las virus) son internas y no se pueden controlar ( vea la página 348).

#### Como Seleccionar las Semillas Caseras

La mayoría de los agricultores que no están usando las semillas híbridas guardan parte de su semilla cosechada para volver a sembrar los cultivos futuros. Esto es muy bueno cuando la variedad es adaptable, los métodos de almacenamiento son adecuados, y las enfermedades llevadas por semillas no son un problema. Si cumplen con las siguientes pautas, los agricultores pueden hasta mejorar las variedades que están usando, o por lo menos prevenir el decaimiento de ellas:

1. La selección de las semillas debe comenzar cuando el cultivo aún está creciendo en el campo: La mayoría de los agricultores esperan hasta después de la cosecha para seleccionar las semillas para la próxima siembra y se guían generalmente por el tamaño de la semilla o de la mazorca. La selección de las

semillas del maíz de las mazorcas más grandes tiene poco valor. Esto es porque el tamaño de la panoja (mazorca) tiene que ver menos con la habilidad genérica innata de la planta que con los factores ambientales o de manejo como la fertilidad, la densidad de plantas, y la humedad.

2. Cuando se seleccionan plantas como fuentes potenciales de semillas, hay que acordarse de las características importantes de la planta que favorecen los buenos rendimientos:
  - En general: La resistencia a las enfermedades, los insectos, las sequías y los nematodos; la fortaleza general de la planta, la tasa de tallo y hojas al grano, y el tiempo de maduración.
  - El Maíz: La resistencia al vuelco, la cantidad y el ajustamiento de las perfolias (para protección contra los insectos, los pájaros, y la resistencia contra agua), y el número de mazorcas bien formadas de cada planta.

Cuando está escogiendo las plantas de maíz, haga las selecciones dentro del campo para evitar la posibilidad de la polinización cruzada, para que esto no sea un problema.

3. Marque las plantas seleccionadas con tiras o estacas.
4. Pautas adicionales para el maíz: Cuando se escoge entre las panojas buenas después de la cosecha, las diferencias físicas como el número de hileras de granos, el tamaño de los granos, y el llenado de los puntos y las bases de las mazorcas son inútiles como indicadores de rendimiento potencial. Sin embargo, los granos muy pequeños y malformados a los extremos de la panoja se deben votar. Revise también la uniformidad de color del grano y los daños por insectos.

#### Como Hacer una Prueba de Germinación

Se les debe pedir a los agricultores que siempre hagan la prueba de germinación de las semillas, no obstante cual sea la fuente de abastecimiento. Lo mismo se aplica a los extensionistas que reciben envíos de semillas mejoradas.

Los datos de germinación que aparecen en las etiquetas de los paquetes de semillas pueden ser incorrectos aún cuando las pruebas son recientes. Las condiciones calientes y húmedas de los trópicos rápidamente bajan la tasa de germinación:

Para hacer el ensayo:

- Cuente 100 semillas y colóquelas encima de varios periódicos húmedos. Sepárelas suficientemente para poder distinguir las que han germinado.
- Enrolle cuidadosamente el periódico húmedo de manera que las semillas se queden separadas y pegadas al periódico. Ponga el periódico dentro de una bolsa de plástico o mójelo de vez en cuando para que no se seque.
- El tiempo de germinación varía con la temperatura, pero Ud. debe tener una buena idea de la tasa de germinación dentro de tres a cinco días si no hay demasiado frío. Las semillas buenas deben tener una tasa de germinación por lo menos de 80-85 por ciento bajo estas condiciones. Hasta cierto punto puede compensar por las tasas bajas de germinación con la siembra de más semillas, pero bajo la tasa de 50 por ciento la fortaleza de las plántulas (plantas semilleras) también sufre.

Es una buena idea donde sea posible suplementar esta clase de prueba con un ensayo en el campo, puesto que las condiciones del suelo usualmente no son tan ideales. Siembre 50-100 semillas, mantenga el suelo suficientemente húmedo, y luego cuente las plantas que emergen. Si la tasa es mucho más baja que con el método del periódico, estudie el caso a ver si el problema está con los insectos o con las semillas.

## LA SIEMBRA

### Los Fines de una Siembra Exitosa

Durante la siembra los agricultores tienen que cumplir con cuatro objetivos para promover buenos rendimientos:

1. Lograr una densidad (población) adecuada de plantas. Esto requiere semillas con buenas tasas de germinación, la preparación adecuada del suelo, suficiente humedad en el suelo, la calibración correcta de la máquina sembradora (el ajustamiento), el nivel correcto para la siembra, y el control de los insectos del suelo y de las enfermedades que atacan a las semillas y a las plantas semilleras. En algunas áreas, los pájaros y los roedores también causan problemas.
2. Lograr el espaciamiento correcto de las plantas ambos en la hilera y entre hileras.
3. Hacer a tiempo las operaciones de la preparación del suelo y de la siembra. El tiempo correcto de sembrar depende de las características del cultivo (por ejemplo, los cacahuetses se deben sembrar para que la cosecha ocurra durante tiempos relativamente secos), el comienzo de las lluvias, las normas atmosféricas, y la influencia, si existe, de la fecha de la siembra sobre los problemas de insectos y enfermedades como el mildiu de la espiga del sorgo.
4. Usar la forma correcta de semillero para el cultivo particular, el suelo, y el clima

### Los Metodos de la Sembradura y el Equipo

1. La sembradura a mano con un palo de plantar, una azada o un machete: Este es el método más común usado por los pequeños agricultores en los países en el mundo en desarrollo.

## Las Ventajas

- Los costos de equipos son pocos.
- Se necesita menos preparación del semillero que para la mayoría de sembradores mecánicos. El agricultor que siembra a mano puede empujar los terrones grandes mientras camina por las hileras, o puede sembrar directamente en el suelo sin labranza.

## Las Desventajas

- Los requerimientos de tiempo y mano de obra son altos: se necesita tres o cuatro días laborales para sembrar una hectárea a mano.
- Cuando siembran a mano, los agricultores usualmente ponen varias semillas en cada hueco y colocan los huecos muy separados, parcialmente para acortar el trabajo. Esta práctica con frecuencia puede reducir los rendimientos porque resulta en una tasa muy baja de plantas semilleras y demasiado competencia entre las plantas que emergen del mismo hueco.

## 2. Los Mejoramientos en la Sembradura Manual

- Hay máquinas plantadoras operadas a mano que hacen el hueco para la sembradura y dejan caer la semilla en una moción (la semilla es automáticamente soltada de un depósito). Se manejan como un palo de plantar ordinario (empujados dentro del suelo) pero son más rápidos y también son muy útiles para llenar los "saltados" (vacíos) en un campo grande. Una hectárea de maíz se puede sembrar en 15-20 horas laborales. El programa de sistemas agrícolas del IIAT en Nigeria ha diseñado una máquina plantadora muy exitosa adaptable para plantar el maíz, el sorgo, las arvejas de vaca, los frijoles, y la soya en suelo no-labrado. También puede sembrar por medio de la cobertura seca. La máquina plantadora se puede construir en talleres con acceso a escuriadores o herramientas para cortar metales (no se necesita soldar). (Solicite los planes por medio del IIAT). En algunos países se venden en el mercado otros tipos de máquinas plantadoras.
- Los Sembradores empujados a mano: La mayoría de los modelos requieren un semillero suelto y limpio de terrones para operar adecuadamente. A pesar de esto, el programa de sistemas de agricultura del IIAT ha desarrollado un sembrador rotatorio (llamado un sembrador de inyección rotatoria, vea el dibujo) que se puede construir en cualquier taller que tiene las capacidades de soldar o cortar metal, y es manufacturado por Geest Overseas Mechanization Ltd., West Marsh Road,

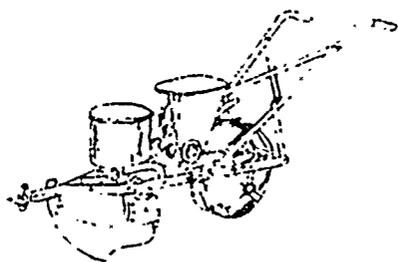
Spalding, Lincolnshire PE11-2BD, England (el precio es alrededor de \$225 U.S.). El sembrador de inyección rotataria usa el mismo principio que la máquina plantadora manual, pero tiene seis mecanismos de inyección en una rueda, más una rueda de presión (un pisón) para empacar la hilera de semillas. El diseño de norma produce un distanciamiento de semillas de 25 cm, pero se pueden hacer ruedas alternantes con diferentes espacios. El sembrador de inyección rotataria también tiene un modelo de cuatro-hileras, llevado a mano para sembrar el arroz de sembradura-directa.

- La sembradura a mano en surcos hechos con un equipo llevado por animal o por tractor: Un arado de madera, un escardadero de espiga, u otro equipo se puede usar para hacer los surcos en el suelo labrado. Si se siguen ciertas precauciones se puede poner el abono en el mismo surco (vea la página 212).
- Se necesitan hileras paralelas de cultivos si se va a hacer el control de malezas con un escardadero de tracción animal o de tractor. Los agricultores pueden construir fácilmente un "trazado" de hileras paralelas de una armadura de madera o bambú con dientes de madera dura o de acero para marcar las hileras. (Un plan de este equipo útil se encuentra en el Manual del Cuerpo de Paz de título Animal Traction.)
- Se puede mejorar la precisión del espaciamiento de las semillas con el uso de una soga o una cadena puesta a lo largo de la hilera con nudos o marcas de pintura para señalar el espaciamiento correcto. Sin este sistema es muy común que los agricultores hagan errores grandes en el distanciamiento cuando están usando palos de sembrar o tirando semillas en los surcos.
- 3. Los sembradores mecánicos de tracción animal o de tractor se encuentran en varios modelos. Un agricultor usando un sembrador de una hilera de tracción animal puede sembrar como 1-1.5 ha en un día y 5-8 usando un sembrador de dos hileras llevado por tractor.

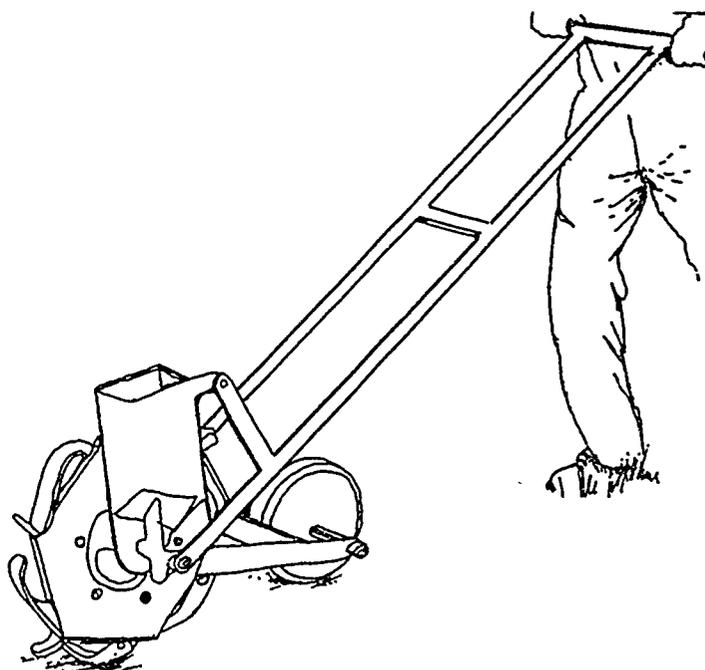
Aquí siguen algunas consideraciones importantes relativo a estos tipos de sembradores:

- La mayoría de los sembradores mecánicos requieren un semillero mucho más preparado de lo que se necesita para la sembradura a mano. Algunos modelos tienen abridores del suelo especiales que permiten la operación en suelos duros o con terrones.

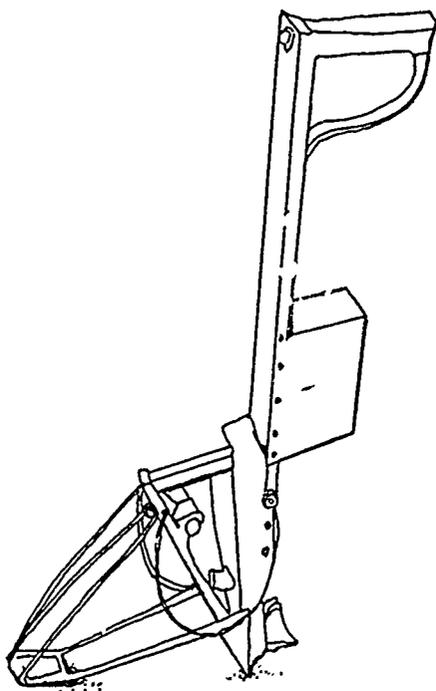
- El agricultor primero tiene que calibrar (graduar) el sembrador para que ponga las semillas a los intervalos correctos (vea la página 183.)



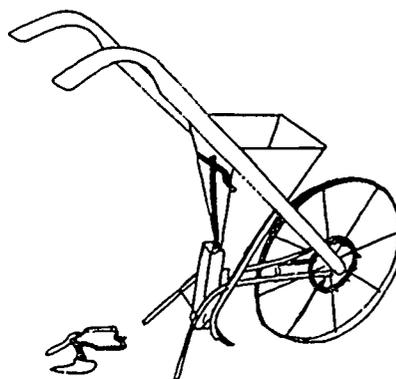
Un sembrador de tracción animal, con una tolva para regar los abonos



El sembrador rotatorio desarrollado por el IIAT y manufacturado comercialmente. También se puede construir en un taller.



El IIAT diseñó una máquina plantadora manual que se puede construir en un taller. La brida compacta el suelo sobre las semillas y determina la distancia al próximo hueco.



Un aplicador de abonos empujado a mano. Este modelo pone el abono bajo el nivel del suelo, lo cual es esencial para los abonos de fósforo. El accesorio a la izquierda se usa para cerrar la zanja pero por lo general no se necesita.

- Algunos modelos tienen accesorios para la aplicación de los abonos en una tira bajo el nivel del suelo y un poco al lado de la hilera de semillas. Este método es especialmente efectivo para los abonos que contienen el fósforo.

Los agricultores que usan sembradores sin aplicadores de abonos muchas veces riegan el abono y lo aradan antes de sembrar o lo dejan encima de la superficie; ésto no se debe hacer con los abonos que contienen fósforo! A los agricultores que van a comprar sembradores mecánicos se les debe sugerir que compren el accesorio de abonos si es uno eficaz. (NOTA: El aplicador no debe distribuir el abono encima del suelo o ponerlo en contacto directo con la semilla.)

### La Población de Plantas y el Espaciamiento

Ambos la población y el distanciamiento de las plantas afectan los rendimientos de los cultivos de referencia, y los extensionistas deberían comprender las relaciones.

### La Población de Plantas y sus Efectos sobre los Rendimientos

- Hasta cierto punto, los rendimientos aumentan a medida que la población de plantas aumenta, hasta que la competencia por el sol, el agua, y los nutritivos se hace muy grande.
- Las poblaciones excesivamente densas reducen los rendimientos, fomentan las enfermedades, y aumentan gravemente el vuelco del maíz, el sorgo, y el mijo porque causan tallos débiles.
- Las poblaciones excesivamente bajas acortan los rendimientos porque dejan tanto espacio sin usarse y porque cada planta tiene limitaciones del rendimiento máximo.
- Bajo la mayoría de condiciones, los cambios de población de plantas no afectan los rendimientos tanto como se cree. Esto es porque la mayoría de los cultivos tienen grandes capacidades innatas de compensación, especialmente si la población es muy baja. En este caso, las plantas responden por hacer cambios que favorecen la producción, como el macollamiento (en el mijo y el sorgo) el hechar brotes laterales (los cacahuets, y otras leguminosas), y la producción de más vainas o mazorcas o espigas por planta. En el caso del

maíz, una densidad que es 40 por ciento menos la óptima para las condiciones puede aminorar los rendimientos por sólo el 20 por ciento.

- Los cambios de población de plantas tienen más efecto bajo condiciones de la carencia de agua.

### ¿Cuál es la Población Ideal?

No hay ninguna respuesta fácil para esta pregunta puesto que la densidad óptima depende de varios factores:

- La clase de cultivo y la variedad: Debido a las diferencias de tamaño y arquitectura de la planta, los cultivos y sus variedades varían en su tolerancia a los aumentos de poblaciones. Por ejemplo, las variedades de maduración precoz son más bajas y más pequeñas que las de maduración más tardía y por eso benefician de las densidades más grandes. Los frijoles y las arvejas de vaca responden bien a las poblaciones tres y cuatro veces más altas que las del maíz puesto que tienen un tamaño de planta más pequeño y un hábito de crecimiento que favorece la mejor intercepción de luz.
- La humedad del suelo: La óptima densidad de población de plantas varía directamente con la lluvia y la posibilidad de carencia de humedad. La población tiene un efecto más fuerte sobre los rendimientos bajo condiciones de poca humedad que cuando hay humedad adecuada. Esto ocurre porque las poblaciones crecidas también aumentan el uso de agua, aunque el espaciamento de las plantas puede influir en este uso. Esto es particularmente aplicable en el caso del maíz y el sorgo, porque los rendimientos pueden ser reducidos significativamente por aumentos relativamente pequeños en poblaciones cultivadas bajo condiciones de carencia de humedad.
- Los nutrimentos: La fertilidad adecuada del suelo es especialmente importante cuando hay poblaciones densas. De hecho, el efecto del abono es con frecuencia desilusionante cuando las poblaciones son muy pequeñas para las condiciones. Efectivamente, esto es una de las razones principales que los pequeños agricultores no realizan mucho de sus inversiones en abonos. Una mazorca de maíz sólo puede crecer hasta cierto tamaño, y las tasas altas de abono no pueden completar el número reducido de mazorcas producidas por un número pequeño de plantas.

- La capacidad de manejo: Las poblaciones densas requieren suelos más fértiles y húmedos y un sistema de manejo más detallado.

### El Espaciamiento de las Plantas y el Efecto Sobre los Rendimientos

Los cultivos de referencia son cultivos en hileras por buenas razones. Un plan de hileras permite el control de malezas más fácil y más rápido y facilita casi todas las operaciones de la producción. El cultivo en hileras con el espacio útil para el tráfico de equipos, animales, y hombres permite la mecanización y el manejo, no obstante el nivel de sofisticación. La distribución de la población de las plantas en el campo requiere el distanciamiento de las plantas dentro de la hilera y la distancia entre las hileras (el ancho de las hileras).

#### El espaciamiento de las plantas dentro de la hilera:

El número de semillas que se necesitan plantar por cada metro o pie depende completamente de las poblaciones y el ancho de las hileras que han sido escogidas según las recomendaciones.

Entonces la mayor consideración es si se debe usar la siembra en colinas o la sembradura en surcos. En la sembradura en surcos los sembradores mecánicos dejan caer semillas una por una por la hilera. Los pequeños agricultores que siembran a mano normalmente usan la siembra en colinas, sembrando varias semillas en cada hueco y dejando los huecos bastante separados. Esto reduce el tiempo y el trabajo y también puede ayudar la emergencia de las plantas semilleras bajo condiciones de suelos secos, pero aminora los rendimientos a causa del uso

ineficiente del espacio y la competencia aumentada entre las plantas dentro de una colina por el sol, el agua, y los nutrimentos.

El ancho de la hilera: El espacio entre las hileras es determinado por el tipo de equipo y por el tamaño o la "extensión" de las plantas. El uso de equipo de tractor o de tracción animal requiere más espacio dentro de las hileras (hileras más anchas) que el uso de azadas o aplicadores de espalda. Los frijoles se pueden distanciar en hileras más estrechas que el maíz u otros cultivos altos y todavía permitir la cultivación con equipo de tracción animal sin peligro de tumbar las plantas. El ancho de la hilera influye los rendimientos de los cultivos en cuatro formas:

- A medida que se estrecha el ancho de la hilera, las plantas se pueden distanciar más dentro de la hilera y todavía mantener la misma población. Hasta cierto punto, esto facilita el control de las hierbas malas puesto que el cultivo crea un sombreado más temprano y más efectivo entre hileras.
- Las hileras más estrechas permiten poblaciones más grandes sin apiñamiento.
- A medida que se hace más ancha la hilera, las plantas tienen que ser colocadas más cerca dentro de la hilera para mantener la misma población. Esto puede reducir la producción.

¿Se debería fomentar el uso de hileras más estrechas? Aquí hay algunos puntos que se deben tomar en cuenta:

1. El cambio de hileras de 100 cm a las de 75 cm en el maíz y el sorgo puede incrementar los rendimientos por 5-10 por ciento cuando la población total se mantiene constante. Cuando se cultivan solas, las judías enanas y las arvejas de vaca enanas usualmente son sembradas en hileras estrechas (45-60 cm) por la mayoría de los pequeños agricultores. Bajo buen

manejo y rendimientos, la gran parte de los estudios no han mostrado ventajas en la reducción de las hileras a menos de 75-100 cm. Considerando las condiciones de humedad marginales de las áreas de producción del mijo, las hileras de menos de 75-100 cm casi nunca son ventajosas.

2. El ancho de la hilera y el uso de agua: Aunque las hileras más estrechas aminoran la evaporación de agua del superficie del suelo a causa del sombreado más completo y más temprano, a veces esta ventaja es cancelada por el aumento en el uso de agua (la transpiración) por las hojas más expuestas al sol. Bajo condiciones de poca humedad, la población de plantas tiene mucho más influencia sobre el uso de agua que el ancho de las hileras.
3. Es dudoso que un aumento en rendimientos de 5-10 por ciento tuviese mucha influencia sobre los pequeños agricultores cuyos rendimientos son bastante bajos. Aún cuando los rendimientos son buenos, el cambio a hileras más estrechas puede causar más problemas de los que resuelve:
  - Las hileras más estrechas le cuestan al agricultor más en términos del tiempo, la semilla y los pesticidas. Eso es porque la hilera más estrecha aumenta el total de hileras por cada hectárea u otra unidad de terreno, puesto que resultan más hileras para trabajar.
  - Si se usa equipo de tractor, las hileras demasiado estrechas pueden causar un aumento en los daños por las ruedas de los tractores y el equipo, además de solidificar el suelo cerca de las hileras. Si se están cultivando varios cultivos con tractor, es más conveniente establecer un tamaño de hilera estándar y no estar constantemente recalculando el distanciamiento y el tamaño de las ruedas, y el distanciamiento de los dientes de las cultivadoras. Acuérdesse también que el ancho de la hilera tiene que ser suficiente para permitir el control de malezas por tractor. Esto no se puede lograr con sólo las herbicidas!

Un Compendio de Las Investigaciones de Poblaciones y Espaciamento  
Elaboradas con los Cultivos de Referencia

EL MAIZ: Las poblaciones demasiado densas causan los aumentos del vuelco, los tallos vacíos, las mazorcas sin

llenarse, y las mazorcas pequeñas. Las mazorcas secas encascaradas pesando más de 270-310 g indican que la población de plantas probablemente fue muy baja para las condiciones y que los rendimientos han podido ser hasta el 10-20 por ciento más altos. El tamaño de la mazorca de las variedades prolíficas (de mazorcas múltiples) no varían tanto con los cambios de densidad de población como las variedades de una sola mazorca; en vez el número de mazorcas por planta aminora a medida que la densidad aumenta.

La siembra en colina contra la siembra en surco: Se han hecho varios ensayos con el maíz que muestran aumentos de rendimientos entre 0-13 por ciento cuando la sembradura en surco (una semilla en cada hueco) se usó en vez de la siembra en colinas de dos o tres semillas por hueco. Sin embargo, el vuelco parece ser un problema más común con la siembra en surco. Los agricultores que están sembrando a mano cuatro a seis semillas por hueco se deben convencer a cambiar a dos o tres semillas por cada hueco y a espaciar los huecos suficientemente cerca para obtener la población recomendada. Es dudoso que el cambio a la sembradura en surco vale el trabajo adicional requerido bajo el método manual.

Bajo condiciones de humedad y fertilidad adecuadas las poblaciones óptimas de plantas varían entre 40,000 a 60,000 por hectárea. El tamaño de las plantas, el manejo, la fertilidad, la tolerancia de la variedad a las poblaciones densas, y la cantidad de humedad se tienen que tomar en cuenta antes de hacer cambios de poblaciones. Los estudios también

muestran que las poblaciones demasiado grandes tienen un efecto negativo sobre la producción del maíz cuando hay poca humedad.

**EL SORGO:** La población óptima varía significativamente según el agua asequible, la altura de las plantas, la capacidad de macollamiento, y la fertilidad. En la variedades que macollan bien las poblaciones son menos importantes que con el maíz puesto que las plantas pueden compensar por las poblaciones bajas o altas con la variación de su producción de tallos laterales.

En Africa Occidental, las variedades mejoradas fotosensibles de larga estación y las variedades de estación-corta no-fotosensibles se siembran a una tasa de 40,000-80,000/ha bajo buen manejo; las variedades fotosensibles-enanas de larga estación se siembran a tasas de 100,000/ha o más.

Todas las poblaciones mencionadas aquí se basan en la monocultura.

**EL MIJO PERLA:** En Africa Occidental, el mijo se siembra en colinas usualmente a un metro o más de distancia; muchas semillas se plantan en cada colina, y dos o tres semanas después se hace una entresacadura. Esto requiere mucha mano de obra y raras veces se puede terminar antes de que ocurra una competición seria. Los ensayos del ISCRASAT en la Volta Superior mostraron que el mijo germina mejor cuando son sembradas muchas semillas por colina y que la sembradura en colina sobrepasa los rendimientos de la siembra en surcos. A

pesar de ésto, otros trabajos del ISCRASAT en Africa Occidental no mostraron ninguna diferencia entre los rendimientos de las siembras en colina y las sembraduras en surco.

La población y el distanciamiento: En Africa Occidental, los mijos perla del tipo Gero con frecuencia se intercalan a poblaciones de 7500-8500 plantas por hectárea con dos o tres otros cultivos. Las Maiwa más altas de estación larga se siembran a 40,000-80,000 plantas/ha cuando son sembradas solas bajo condiciones de buen manejo. Para las variedades Geros enanas mejoradas, se recomiendan las poblaciones más de 100,000/ha.

La mayoría de las variedades tienen tendencias fuertes de macollamiento y se adaptan según las variaciones de densidad por medio de cambios en la producción de hijos. Dentro de límites, los rendimientos no son muy afectados por los cambios en poblaciones.

LOS CACAHUETES: En partes de Africa Occidental, los cacahuets con frecuencia son intercalados en combinación con el sorgo, el mijo, y el maíz. Puesto que los cacahuets son los más valiosos, la tendencia es de mantener la población de cereales al nivel de 3000-5000 colinas por hectárea y la densidad de cacahuets alta en 30,000 colinas por hectárea, o lo mismo que bajo el monocultivo.

En Africa Occidental, la población de plantas recomendada por las variedades cultivadas solas varía entre 45,000-100,000/ha. Las hileras varían entre 24-36 pulgadas

(40-60 cm) y el distanciamiento de las semillas en la hilera entre 15-25 cm. Para los tipos Virginia las poblaciones de 45,000-60,000 han resultado las óptimas, con más altas poblaciones recomendadas para las variedades Español-Valencia.

Unos estudios iniciales en los Estados Unidos en los primeros años de las décadas de 1940 y 1950 lograron aumentos de rendimientos de 30-40 por ciento con cambios al ancho de las hileras de 90 cm a 45-60 cm. Pero en esa época los rendimientos estaban relativamente bajos (1550 kg/ha). A medida que los rendimientos han aumentado mediante los años, la importancia del ancho de la hilera ha disminuído considerablemente, y la mayoría de agricultores estadounidenses están usando anchos de 75-95 cm con una semilla a cada 10 cm. Una densidad de una planta cada 15-20 cm se considera adecuada, pero el cultivo esquilante se necesita para compensar por las pérdidas.

Dos nuevos acontecimientos pueden influir el ancho de las hileras: 1) las variedades nuevas enanas que no se extienden para cubrir un ancho de 90 cm. 2) Los reguladores del crecimiento de las plantas, como Alar, que acortan los entrenudos (los entrenudos son los espacios entre los nódulos en los tallos y las ramas) que achican el tamaño de las plantas y son especialmente apropiados para las plantas enredaderas.

LOS FRIJOLES: Las investigaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia han mostrado que las judías enanas cultivadas sólo producen los rendimientos más altos con distanciamientos de 30 cm entre

hileras y de 9 cm en el surco, o de 45 cm entre hileras y 6 cm entre plantas en el surco (el equivalente de 400,000 semillas/hectare). Una mesa de rendimientos normalmente se alcanza entre 200,000-250,000 plantas actuales por hectárea, pero las pérdidas entre la siembra y la cosecha con frecuencia son entre 25-40 por ciento, lo cual indica que se necesita bastante cultivo esquilante. Las sembraduras de alta densidad también parecen aumentar el alto de las vainas del suelo, lo cual aminora los problemas de pudrimiento. A pesar de esto, las hileras muy anchas agravan la pudrición de tallos por Sclerotium en las áreas donde es prevalente.

Los estudios del CIAT y el Centro para la Agricultura Tropical, Investigaciones, y Entrenamiento (CATIE) indican que las poblaciones de judías enanas entre 200,000-250,000/ha también son ideales cuando se cultiva junto con el maíz.

Los ensayos con las judías trepadoras muestran que las poblaciones finales de 100,000-160,000/ha son las óptimas, aunque se cultiven solas y enrejadas o con el maíz.

LAS ARVEJAS DE VACA: En Africa Occidental, las variedades mejoradas de la arveja de vaca de tipo de vid se cultivan a densidades de poblaciones de 30,000-100,000/ha en hileras distanciadas entre 75-100 cm.

LOS GARBANZOS: Un estudio del ISCRASAT mostró que los rendimientos se mantuvieron relativamente estables bajo una gran variedad de densidades de plantas (4-100 plantas por metro cuadrado).

## Pautas para Producir una Buena Densidad y un Distanciamiento Apropiado

Hay ocho factores claves que determinan si un agricultor verdaderamente pueda producir una buena densidad de plantas con un espaciamiento apropiado a las condiciones:

- La capacidad de germinación de las semillas
- El porcentaje de cultivo esquilante
- La profundidad de la siembra
- La condición del semillero (los terrones, la humedad, etc.)
- El tipo de semillero (en plano, en hileras o en caballones)
- Las medidas exactas para la sembradura a mano y la calibración de los sembradores mecánicos
- Los insectos y las enfermedades del suelo.
- La colocación de los abonos.

### La capacidad de germinación de las semillas

Haga siempre una prueba de germinación (vea la página 167) antes de sembrar; las semillas buenas germinan con una tasa de 90 por ciento. Hasta cierto punto el cultivo esquilante compensa por la germinación más baja, pero las semillas que prueban tener una tasa menos de 50 por ciento de germinación no se deben usar porque la fortaleza de las plantas semilleras también se afecta.

### El Porcentaje de Cultivo Esquilante

No obstante la tasa de germinación de las semillas, el agricultor debe sembrar un exceso para compensar por las pérdidas de insectos, enfermedades, pájaros, y operaciones de cultivación. Cuando usa buenas semillas, es una buena práctica esquilmar por 15-20 por ciento para asegurar la densidad final recomendada de plantas a la hora de la cosecha. De los cultivos de referencia, los frijoles, las arvejas de vaca, y los cacahuets tienen más tendencia a sufrir pérdidas de plantas y benefician de la siembra esquilante. Mucho depende de las condiciones de cultivo específicas. Las tasas altas de la siembra esquilante (500 por ciento o más) seguidas por una entresacadura es un sistema tipo en la siembra de semillas pequeñas de vegetales como el col, los tomates, y la lechuga. Esto no es recomendado para los cultivos de referencia porque las semillas son más grandes, más fuertes y de más vigor en su crecimiento temprano. Los gastos de mano de obra y semillas son excesivos con las tasas altas de cultivo esquilante y la entresacadura. En Africa Occidental el mijo comunmente se entresaca después de ser sobre-plantado, pero esta práctica no se debe recomendar.

### La Profundidad de la Siembra

La profundidad óptima de la siembra varía según el cultivo, el tipo de suelo, (arenoso o arcilloso), y la fuerza de absorción del suelo. Las semillas se deben colocar con

suficiente profundidad para que haya humedad para la germinación, pero a un nivel suficientemente superficial para que la emergencia de la planta semillera no sea difícil. Los agricultores locales se deben considerar las últimas autoridades de la mejor profundidad para la siembra, pero hay unas pautas generales:

- Las semillas se pueden sembrar a más profundidad en los suelos arenosos que en los arcillosos sin reducir la emergencia de las plantas.
- La sembradura debe ser más profunda bajo condiciones de poca humedad del suelo.
- Las semillas grandes tienen más fuerza de emergencia que las pequeñas, pero ésta también depende de la estructura de las plantas semilleras. El maíz, el mijo, y el sorgo empujan por el suelo con puntas espigosas que ayudan la emergencia. Los cacahuets, los frijoles, y las otras leguminosas emergen de forma mucho más embotada.

#### Las Variaciones Normales en las Profundidades para la Siembra de los Cultivos de Referencia

<u>El Maíz:</u>	3.75-8 cm
<u>El Sorgo:</u>	3.75-6 cm
<u>El Mijo:</u>	2-4 cm
<u>Los Cacahuets, los Frijoles</u> <u>y las Arvejas de Vaca:</u>	3-8 cm

#### La Condición del Semillero

Los terrones y la humedad del suelo afectan la germinación. Algunos suelos, especialmente los que tienen

mucho aluvión, tienden a formar una superficie dura, una costra, cuando se secan después de la lluvia. A veces ésto puede reducir seriamente la emergencia, especialmente la de las leguminosas. Si es necesario, estas costras se pueden romper con un una grada de dientes u otros enseres caseros.

Las semillas deben estar en contacto firme con el suelo húmedo. La mayoría de sembradores de tractor tienen ruedas de acero o caucho de "pisón" que corren detrás y ayudan a mejorar el contacto de las semillas con el suelo. (Vea la página 144 para más datos sobre la preparación del semillero).

### El Tipo de Semillero

Los cultivos se pueden sembrar en semilleros planos, en surcos, o en caballones, según el suelo y el clima. El desagüe bueno y las condiciones libres de agua estancada son especialmente importantes para los cacahuetes, los frijoles, y las arvejas de vaca, los cuales son particularmente susceptibles a las pudriciones de raíces y tallos. Se deben plantar en semilleros planos si el drenaje es bueno, o encima de surcos o caballones si el drenaje es inadecuado. Si está sembrando en plano, es importante evitar la formación de depresiones en la hilera de semillas que se podrían llenar de agua. Ésto es un problema con el uso de los sembradores mecánicos con ruedas pesadas de pisón, pero se puede evitar con el uso de ruedas más anchas y la adición de más tierra a la hilera antes de pasar con el sembrador.

## La calibración del sembrador; La precisión de la sembradura a mano

Los sembradores mecánicos tienen que ser calibrados (graduados) antes de la siembra para asegurar el espaciamiento correcto de las semillas.

La sembradura manual es susceptible a grandes errores del cálculo del ancho de las hileras y del espaciamiento de las semillas si no se hace algún esfuerzo para asegurar la precisión. El uso de una soga o cadena a lo largo de la hilera con nudos o marcas pintadas para indicar el espaciamiento es recomendado.

### Los insectos y las enfermedades del suelo

Puede ser necesario tratar las semillas con un polvo fungicida para ayudar en el control de las pudriciones de las semillas que son especialmente serias bajo condiciones frescas y húmedas. El tratamiento de las semillas o del suelo con un insecticida también se puede necesitar para proteger contra los daños de los insectos que atacan las semillas y las plantas semilleras.

### La colocación de los abonos

Los abonos colocados muy cerca a las semillas o en contacto con ellas puede prevenir o seriamente reducir la germinación. Esto depende de la clase, la cantidad, y la colocación de los abonos (vea la página 222).

## 5. La Fertilidad del Suelo y el Manejo

### Los Abonos

El uso de abonos es frecuentemente el factor del manejo que produce los aumentos más grandes en los rendimientos de los cultivos de referencia. A pesar de ésto, la reacción del rendimiento depende mucho de la influencia de dos factores:

- El control de los otros factores limitantes: El abono usualmente rinde una reacción mejor cuando se usa como parte de un "conjunto" de prácticas mejoradas para controlar los otros factores, además de la fertilidad del suelo, que limitan los rendimientos.
- El uso del abono: No se pueden esperar buenos resultados del abono hasta que el agricultor sepa que clase usar y en que cantidad, y como y cuando aplicarlo.

Además del agua, el sol, y el aire, las plantas necesitan 14 nutrimentos minerales que frecuentemente se agrupan de la siguiente manera:

### MACRO-NUTRIMENTOS-

#### Primarios

EL NITRÓGENO (N)  
EL FOSFORO (F)  
EL POTASIO (K)

#### Secundarios

EL CALCIO (Ca)  
EL MAGNESIO (Mg)  
EL AZUFRE (S)

### MICRO-NUTRIMENTOS

EL HIERRO (Fe)  
EL MANGANESO (Mn)  
EL COBRE (Cu)

(ni primarios ni secundarios)

EL ZINC (Zn)  
EL BORO (B)  
EL MOLIBDENO (Mo)

Los macro-nutrientes forman el 99 por ciento de la dieta de la planta. El nitrógeno, el fósforo y el potasio suman como el 60 por ciento y definitivamente son los "Tres Mayores Componentes" de la fertilidad del suelo, ambos en términos de la cantidad requerida y la probabilidad de deficiencias (vea el Cuadro 4).

Esto no quiere decir que los macro-nutrientes secundarios o los micro-nutrientes sean menos esenciales. Es verdad que las deficiencias de éstos no son tan comunes, pero sí pueden afectar seriamente los rendimientos.

#### Cuadro 4.

La cantidad de nutrientes usados para  
rendir 6300 Kg. de Maíz descascarado

<u>Los Macro-Nutrientes</u>	<u>Kg</u>	<u>Los</u> <u>Micro-Nutrientes</u>	<u>Gramos</u>
El Nitrógeno	157	El Hierro	4200
El Fósforo ( $P_2O_5$ )	60	El Manganeseo	1000
El Potasio ( $K_2O$ )	124	El Zinc	30
El Calcio	29	El Cobre	7
El Magnesio	25	El Boro	7
El Azufre	17	El Molibdeno	0.7

## El Nitrógeno (N)

El nitrógeno es el alimento más comunmente deficiente para los cultivos no-leguminosos. Este nutritivo fomenta el crecimiento vegetativo y es una parte esencial de la proteína y el clorofil (que se necesita para el fotosíntesis).

Los cultivos varían en su requerimiento de N. Los cultivos con mucho crecimiento vegetativo (foliar) tienen requerimientos altos de N. Estos incluyen el maíz, el sorgo, el mijo, el arroz, la caña de azúcar, las hierbas de pasto, y casi todos los vegetales de hojas tipo-fruta. Los cultivos de raíces y tubérculos, como las patatas, las batatas dulces, el cazabe (manioc, yuca), y el ñame tropical necesitan menos N, y si reciben cantidades excesivas se favorece el crecimiento de hojas en vez de raíces (con la excepción de las variedades mejoradas de la patata que necesitan más N).

Las leguminosas pueden satisfacer sus requerimientos de N por su cuenta por el proceso de la fijación de nitrógeno. Los cacahuetes, las arvejas de vaca, las judías de Mungo, los guisantes, y los garbanzos por lo general pueden llenar sus requerimientos de N de esta manera. Los frijoles comunes (las alubias blancas) son menos eficientes en la fijación de nitrógeno y pueden necesitar hasta la media parte más que el maíz de abonos de N. Demasiado nitrógeno puede tener un efecto adverso en el crecimiento del cultivo, especialmente si hay deficiencias de los otros alimentos.

- Puede atrasar la maduración.
- Puede bajar la resistencia a las enfermedades.
- Puede aumentar los problemas del vuelco en los cultivos de cereales.

### El Nitrógeno Disponible y el Nitrógeno No-Disponible

Sólo el nitrógeno en las formas del amonio ( $\text{NH}^+4$ ) y el nitrato ( $\text{NO}-3$ ) en el suelo están disponibles a las plantas. Sin embargo, el 98-99 por ciento del N del suelo es no-disponible en su forma orgánica como parte del humus. Los microbios del suelo gradualmente convierten este N orgánico no-disponible en amonio y luego nitrato. La mayoría de los suelos son muy bajos en humus para suplir el N suficientemente rápido para buenos rendimientos. Ésta es la razón que los abonos de N normalmente se necesitan para los cultivos no-leguminosos.

El N disponible del suelo puede quedar inusable cuando los residuos bajos en N son enterrados en el suelo. Esto ocurre porque los microbios del suelo que descomponen los residuos necesitan N para formular la proteína del cuerpo. La mayoría de los residuos de cultivos como el maíz, el mijo, y los tallos del sorgo proporcionan grandes cantidades del carbono, que los microbios usan para energía, pero no proporcionan suficiente N para sus requerimientos de proteína. Los microbios compensan esta deficiencia usando el N amonio y nitrato del suelo. Un cultivo puede sufrir una deficiencia temporal de N si es sembrado bajo estas

condiciones, hasta que los microbios terminen de descomponer los residuos y suelten el N cuando mueran. (De vez en cuando hasta las plantas leguminosas jóvenes se afectan.) Esta clase de deficiencia de N se puede prevenir fácilmente con una aplicación de 25-30 kg/ha de N durante la siembra de las plantas no leguminosas.

### El N Disponible se Pierde Fácilmente

El N nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) es más fácilmente lixiviable (llevado fuera de la zona de las raíces por las lluvias o el regado) que el N amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), puesto que no es atraído y agarrado por los partículas negativos de la arcilla y el humus. (Estos actúan como imanes y agarran los nutrimentos positivos como  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ , y  $\text{Ca}^{++}$  y no permiten que sean lixiviados).

El problema es que las temperaturas tropicales y sub-tropicales siempre están suficientemente altas para fomentar la conversión rápida del N amonio en N nitrato por los microbios del suelo. La mayoría de los abonos de tipo amonio son cambiados completamente en nitrato lixiviable dentro de una semana en suelos calientes. Las pérdidas de nitrógeno por lixiviación crecen a medida que aumenta el nivel de lluvias y de suelos arenosos. La mejor manera de prevenir la lixiviación excesiva es la aplicación de solo parte del abono durante la siembra y el resto más tarde en el ciclo de crecimiento cuando el requerimiento es más alto.

## El Fósforo (P)

El fósforo fomenta el crecimiento de raíces, la floración, La maduración, y la formación de semillas.

Acuérdese de estos cuatro datos importantes sobre el fósforo:

- Las deficiencias de fósforo son extendidas: La gran parte del contenido natural de P está atada e inasequible. Lo peor es que solo el 5-20 por ciento de los abonos de P que se aplican serán disponibles al cultivo porque la mayoría también se separa en compuestos insolubles. Esta fijación de P es un problema especial en los suelos rojos y gastados trópicos que son bajos en valor pH (altos en ácido).
- El fósforo es casi inmovible en el suelo: El fósforo no es lixiviable sino en suelos muy arenosos. Muchos agricultores aplican los abonos de P muy encima del suelo y muy poco llega a las raíces.
- Las nuevas plantas semilleras necesitan una concentración alta de P en sus tejidos para promover el buen crecimiento de las raíces. Esto quiere decir que el P se tiene que aplicar al tiempo de la siembra. Un estudio mostró que las plantas semilleras del maíz usan hasta 22 veces la cantidad de P por unidad de altura que las plantas de 11 semanas.
- El método de aplicación es sumamente importante y determina la cantidad del P añadido que se separa. Las aplicaciones por esparcimiento (la aplicación uniforme del abono por todo el campo) aumentan la separación del P y no deben ser recomendadas para el pequeño agricultor. La aplicación en una banda o tira, un semi-círculo, o un hueco cerca de la semilla es entre dos y cuatro veces más efectivo que el esparcimiento, especialmente para tasas bajas o medianas de aplicación.

## El Potasio (K)

El potasio promueve la formación de almidón y azúcar, el crecimiento de raíces, la resistencia contra enfermedades, la

fortaleza de los tallos, y la fortaleza general de la planta.

Los cultivos de almidón y azúcar como la caña de azúcar, los guineos, las patatas, la cazaba y las batatas dulces tienen requerimientos de K particularmente altos. El maíz, el sorgo, el mijo, el arroz y otras hierbas son mas eficientes en la extracción de K que la mayoría de cultivos de hojas caducas.

Hay que recordar estos datos sobre el potasio:

- Las deficiencias de potasio no son tan extendidas como las del N y el P: La gran parte de los suelos volcánicos tienen cantidades disponibles. Pero sólo se puede saber con certeza haciendo un examen de laboratorio.
- El potasio: Sólo el uno o dos por ciento del total de K en el suelo está en forma disponible, pero esto a veces es suficiente para satisfacer las necesidades de algunos cultivos. La buena noticia es que la separación de los abonos K no es muy seria y nunca forma el problema que presenta el P.
- Las pérdidas por la lixiviación por lo general son menores: La forma disponible de K tiene una carga positiva. Los partículas de arcilla y humus cargados negativamente actúan como imanes y atraen al K de carga-positiva para reducir la lixiviación. Sin embargo, las pérdidas por la lixiviación pueden ser un problema en suelos arenosos o bajo lluvias copiosas.
- Las aplicaciones espesas de K pueden causar deficiencias del magnesio.

Los Macro-Nutrientes Secundarios: El Calcio (Ca), El Magnesio (Mg), y el Azufre (S)

Para la gran parte de los cultivos, el calcio es más importante por su papel de material cálcico (para subir el

valor pH del suelo y bajar la acidez) que como alimento. Aún los suelos muy acídicos por lo general tienen suficiente calcio para llenar los requerimientos nutritivos de las plantas, aunque el valor pH esté muy bajo para el buen crecimiento. Se necesitan cantidades mucho más grandes de calcio para subir el valor pH que para suplir los requerimientos alimenticios de las plantas.

Los cacahuetes, empero, son la excepción y tienen requerimientos muy altos de calcio que se tienen que llenar con la aplicación del yeso (el sulfato de calcio). Éste no es un encalado.

Las deficiencias del magnesio son más comunes que las de calcio y ocurren con más frecuencia en suelos arenosos y ácidos (usualmente menos del valor pH 5.5) o en reacción a las aplicaciones espesas de K. Si hay demasiado calcio relativo al magnesio ésto también puede causar deficiencias de Mg. Los agricultores que necesitan encalar los suelos son aconsejados a usar la piedra calcárea de dolomita (una mezcla de más o menos 50-50 de carbonatos de Ca y Mg). Ambos el calcio y el magnesio son lixiviados lentamente del suelo por las lluvias.

Las deficiencias del azufre no son comunes pero tienen más tendencia a ocurrir bajo las siguientes condiciones:

- Muchos suelos volcánicos tienden a ser bajos en S disponible. Las tierras cerca de las áreas industriales por lo general reciben suficiente S del aire.
- Suelos arenosos y muchas lluvias

- El uso de abonos bajos en azufre (vea el Cuadro 17). Los abonos de análisis bajo (esos que tienen un contenido relativamente bajo de NPK) generalmente contienen mucho más S que los abonos de análisis alto como el 18-46-0, 0-45-0, etc.

### Los Micro-Nutrientes

Las deficiencias de micro-nutrientes son mucho menos comunes que los de N,P, o K, pero pueden ocurrir bajo las siguientes condiciones:

- En suelos ácidos y arenosos que están muy lixiviados.
- En suelos con un valor pH más de 7.0 (con la excepción del molibdeno que es más disponible a los niveles de pH más bajos).
- Los suelos extensivamente cultivados y abonados sólo con los macro-nutrientes.
- Las áreas donde se cultivan los vegetales, las leguminosas y los árboles de frutas.
- Suelos orgánicos (turba).

### Cuadro 5

#### La Susceptibilidad de los Cultivos de Referencia a las Deficiencias en Micro-Nutrientes

<u>Cultivo</u>	<u>Deficiencias más comunes de Micro-Nutrientes</u>	<u>Las Condiciones que Favorecen las Deficiencias</u>
MAIZ	Zinc	Valores del suelo más de 6.8 pH; suelos arenosos; mucho P
SORGO	Hierro	Valores del suelo más de 6.8 pH; suelos arenosos; mucho P
FRIJOLES	Manganeso, Zinc Boro	Valores del suelo más de 6.8 pH; suelos arenosos; Suelos ácidos y arenosos, pH más de 6.8
CACAHUETES	Manganeso, Boro	Refiérese a lo anterior

Las Toxicidades de Micro-nutrientes: El hierro, el manganeso, y el aluminio se pueden poner demasiado solubles y tóxicos a las plantas en suelos muy ácidos. El boro y el molibdeno pueden causar toxicidad si son aplicados incorrectamente.

## COMO DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DE ABONOS

La cantidad de nutrientes que los varios cultivos necesitan absorber del suelo para producir un rendimiento particular es bastante bien conocido. A pesar de esto, hay varias razones por las cuales el abonar adecuadamente no es un caso simple de añadir esa cantidad conocida:

- El agricultor necesita saber que cantidad de nutrientes se encuentran en el suelo en forma disponible.
- La capacidad de la planta de absorber los alimentos, sea del abono o del suelo, depende del tipo del cultivo, de la capacidad del suelo de separar los varios nutrientes, de las condiciones atmosféricas (el sol, la lluvia, la temperatura), de las pérdidas por la lixiviación, y de los factores físicos del suelo como el desagüe y el apisonado, los insectos, y los problemas de enfermedades.

Igualmente, no hay tal cosa como un "abono de tomates" o un "abono de maíz", etc. Los suelos varían tanto en fertilidad natural que ningún abono particular podría servir para todas las clases de suelos, aún por un solo tipo de cultivo.

Cuando se trata de los cultivos de referencia los agricultores no pueden arriesgar su poco capital en abonos que no son apropiados para el suelo. También necesitan guías razonables para saber cuanto usar. Hay cinco métodos básicos para determinar los requerimientos de abono:

- Ensayos del suelo
- Ensayos de los tejidos de las plantas
- Pruebas de abonos
- Observar las "señas visuales de la deficiencia"
- Formar una opinion educada.

#### Los Ensayos del Suelo

Los ensayos del suelo hechos por un laboratorio certificado es el método más preciso y conveniente de determinar los requerimientos de abonos del suelo.

La mayoría de laboratorios rutinariamente prueban el P y K disponibles y miden el valor pH del suelo y su capacidad de intercambio (la carga negativa del suelo). La gran parte no prueban el N disponible, puesto que los resultados no son muy exactos.

Algunos laboratorios pueden probar Ca, Mg, S, y algunos de los micro-nutrientes (la seguridad de los resultados de pruebas de micro-nutrientes y de S es variable).

Si el suelo es demasiado ácido, el laboratorio con frecuencia puede determinar cuanto cal necesita. La mayoría

pueden probar el peligro de la salinidad y la alcalinidad del suelo y del agua del regado (aún en las áreas semi-áridas y áridas).

Por lo menos el laboratorio ofrece recomendaciones para la aplicación de N-K-P para el cultivo particular. Los mejores laboratorios hacen la recomendación según el rendimiento meta del agricultor y su nivel de manejo, basándose en las respuestas del agricultor a un cuestionario del laboratorio.

Los instrumentos portables para hacer ensayos del suelo no son tan precisos como las pruebas en el laboratorio pero pueden dar una estimación buena de las condiciones del suelo en el lugar del ensayo. Las instrucciones dan los límites de precisión del instrumento. Estos enseres dan resultados que son suficiente exactos para las necesidades de los agricultores de los cultivos de referencia. Sin embargo, si hay un laboratorio, los agricultores deben mandar las muestras.

#### Como Tomar una Muestra del Suelo

El muestreo incorrecto por el agricultor o el extensionista es la causa más común de los resultados errados. Una muestra de 200-400 gramos puede representar hasta 15,000 toneladas de suelo. Las instrucciones del laboratorio se deben leer cuidadosamente antes de tomar la muestra. Estas por lo general están imprimidas en la caja del muestreo o en otra hoja. (Vea el Apéndice J para las

instrucciones generales de cómo, cuándo, y con qué frecuencia hacer ensayos del suelo.)

### .El Análisis del Tejido Vegetal

Se pueden hacer análisis del tejido de las plantas que están creciendo en el campo para probar los niveles de N-P-K en la savia. Los instrumentos cuestan como US \$20-\$42, pero algunos de los reactivos necesitan reemplazo anual.

Los ensayos de tejidos son buenos sólo para suplementar los datos del ensayo del suelo, porque los resultados pueden ser difícil de interpretar por la gente no-profesional. A veces los niveles de nutrimentos en la savia de las plantas no tienen buena correlación con los niveles del suelo, porque los extremos de condiciones atmosféricas, los insectos, y las enfermedades afectan la absorción. Las deficiencias en un alimento como el N puede limitar el tamaño de las plantas y causar que el P y el K se "acumulen" en la savia, mostrando niveles altos falsos. Las pruebas también están inclinadas hacia niveles de rendimientos más altos de los que los pequeños agricultores pueden esperar obtener. Los cultivos recibiendo tasas bajas o moderadas de abonos que ofrecen las mejores ganancias pueden mostrar resultados de tejidos que indican deficiencias.

Una ventaja del análisis de tejidos es que puede ser posible corregir una deficiencia mientras el cultivo todavía está creciendo y así mejorar los rendimientos.

Un Análisis Completo de la Planta: Algunos laboratorios pueden hacer un análisis completo de todos los nutrimentos de la hoja de la planta con un espectrógrafo, pero puede costar US\$10-\$15.

Cuando está recogiendo muestras de las hojas, es importante poner atención a las instrucciones del muestreo. La selección de hojas de una parte equivocada de la planta causa resultados inválidos.

#### Ensayos de Abonos

Vea el Capítulo 8 y el Apéndice B.

#### Darse Cuenta de las "Señas de las Deficiencias"

Varias deficiencias de nutrimentos producen cambios característicos en la apariencia de las plantas, particularmente en el color. El reconocimiento de estas "señas de las deficiencias" puede ser útil en la determinación de los requerimientos de abonos, pero hay varias desventajas:

- Algunas de las señas de deficiencias se confunden fácilmente unas con las otras o con los problemas de insectos o enfermedades. Si hay deficiencias de más de un nutrimento, las señas pueden ser demasiado indefinidas para hacer un diagnóstico preciso.

- La deficiencia escondida: Las señas de deficiencias normalmente no aparecen hasta que la deficiencia del nutrimento es suficientemente seria para cortar los rendimientos por el 30-60 por ciento o más. Esta "inanición escondida" puede causar rendimientos innecesariamente bajos aunque el cultivo haya tenido una apariencia sana durante el período de crecimiento.
- Cuando las señas aparecen puede ser ya demasiado tarde para corregir las deficiencias . Cualquier cantidad de N aplicado mucho después de la floración en los cultivos de cereales aumenta la proteína más que los rendimientos (estos aumentos en proteína son menores en comparación a la cantidad de N usada y al rendimiento sacrificado por la aplicación tardía). El fósforo idealmente se debe aplicar a una profundidad de 7.5-10 cm y ésto es difícil de hacer después que el cultivo está creciendo sin dañar las raíces.

Las señas de deficiencias específicas a los cultivos de referencia se encuentran en el Apéndice G.

#### Hacer Una Conjetura Educada

Si no hay resultados de análisis del suelo para el campo del agricultor, se puede hacer una estimación razonada de los requerimientos de N-P-K usando por lo menos cuatro o más de los siguientes criterios:

- Los resultados de ensayos del suelo de las haciendas cercanas del mismo tipo de suelo y de historia similar de encalados y abonos.
- Los datos de los análisis de abonos del mismo tipo de suelo.
- Un folleto del servicio de extensión sobre el cultivo dando recomendaciones de abonos para los suelos del área. (No dependa de su precisión si las recomendaciones no están basadas sobre ensayos del suelo y/o resultados de pruebas en el campo.)
- Las necesidades relativas de nutrimentos del cultivo particular (detallado más abajo en esta sección).

- Una examinación completa del suelo detallando la profundidad, el desagüe, la configuración, el surco, el declive, y otros factores que pueden limitar la reacción del abono, incluyendo el nivel pH (vea la página 230 sobre el encalado).
- La historia de rendimientos, y del manejo de la hacienda relativo a los abonos y al encalado.
- La capacidad de manejo del agricultor, el capital asequible, y su acuerdo de usar prácticas complementarias como las semillas mejoradas, el control de insectos, etc.

## LOS TIPOS DE ABONOS Y COMO USARLOS

Los abonos químicos (inorgánicos) con frecuencia son acusados de todo desde el "envenenamiento" del suelo hasta la producción de comestibles menos sabrosos y menos alimenticios. ¿Debería el extensionista pedir que los agricultores clientes olviden los abonos químicos y usen sólo los orgánicos (el estiércol, la cobertura orgánica)? El "método orgánico" es básicamente muy sano, porque la materia orgánica (en la forma de humus o mantillo) puede añadir los nutrimentos al suelo y mejorar la condición física del suelo (el surco, la retención de agua) y la capacidad de retención de nutrimentos. Desafortunadamente, hay unas alegaciones engañosas de ambos lados de la cuestión que causan mucha confusión.

Los abonos químicos suplen sólo alimentos y no tienen ningunos efectos beneficiosos en la condición física del suelo. Los abonos orgánicos hacen ambas cosas. No obstante, el estiércol y la cobertura de materia vegetal son abonos de fuerzas-bajas; 100 kg del abono químico 10-5-10

contiene la misma cantidad de N P-K que 2000 kg del estiércol corriente. Los abonos orgánicos tienen que ser aplicados a tasas muy altas (como 20,000-40,000 kg/ha por año) para compensar por el contenido bajo de nutrimentos y para suplir suficiente humus para mejorar la condición física del suelo.

Hay evidencia irresistible mostrando que los abonos químicos y los orgánicos funcionan mejor juntos. Un estudio de la Estación de Experimentos Agrónomos (Maryland Agricultural Experiment Station, E.E.U.U.) mostró un aumento en rendimientos del 20-33 por ciento cuando los abonos químicos y la materia orgánica se aplicaron juntos, en comparación a la aplicación doble de cada uno sólo.

La mayoría de los pequeños agricultores no tienen acceso a suficiente estiércol u otra materia orgánica para cubrir adecuadamente más que una porción pequeña de su terreno. Cuando los abastecimientos son limitados, no se deben aplicar muy esparciadamente, y con frecuencia son más efectivos sobre cultivos de alto valor (como los vegetales) cultivados intensivamente en campos pequeños.

#### El Abono Orgánico Animal (El Estiércol)

El valor del abono: El estiércol es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrimentos.

El valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la

dieta, la clase y la cantidad de cobertura usada, y la manera en que el abono es almacenado, y aplicado. El abono de las aves y de las ovejas normalmente tienen más valor nutritivo que el abono de los caballos, de los cochinos, o de las vacas. El sol y la lluvia constante reducen drásticamente el valor de estos estiércoles animales.

El contenido promedio del abono orgánico es 5.0 kg N, 2.5 kg  $P_{2}O_{5}$ , y 5.0 kg  $K_{2}O$  por tonelada métrica (1000 kg), y cantidades variadas de los otros nutrimentos. Esto resulta en una fórmula de abonos de 0.5-0.25-0.5. (Vea la sección sobre los abonos químicos para una explicación de la manera de determinar las tasas de abonos si esto le confunde.) PERO, sólo el 50 por ciento del N, el 20 por ciento del P, y el 50 por ciento de la K son fácilmente disponibles a las plantas durante los primeros dos meses, porque la mayoría de los nutrimentos están en forma orgánica que primero tiene que ser convertida a la forma disponible inorgánica por los microbios del suelo. Esto, sin embargo sí indica que el abono orgánico tiene buen valor residuo.

El estiércol es bajo en fósforo:

Tiende a tener poco P disponible en relación a los N y K asequibles. Si se usa como el único abono, algunos expertos recomiendan reforzarlo con 25-30 kg de un sólo superfosfato (0-20-0) por cada 1000 kg de abono. Esto también ayuda a reducir la pérdida de N en la forma del amoníaco. A pesar de

ésto, es más conveniente y más efectivo aplicar el abono químico directamente al suelo en vez de tratar de mezclarlo con el abono orgánico.

El abono de animales como fuente de los micro-nutrientes:

Cuando el ganado como los cochinos y las gallinas son alimentados con alimentos comerciales de nutrientes balanceados, su abono puede ser una fuente especialmente buena de los micro-nutrientes si es aplicado en una tasa alta. El abono de los animales alimentados sólo de la vegetación local tiene menos contenido de micro-nutrientes.

Como almacenar el estiércol: es mejor almacenarlo bajo techo o en un hueco cubierto, pero también se puede almacenar en montones con los lados escarpados para el desagüe y bastante profundidad para reducir las pérdidas por lixiviación causadas por las lluvias.

Las Pautas para la aplicación del estiércol:

- La época ideal para la aplicación del abono cae entre dos semanas antes de la siembra a pocos días anterior a ella. Si es aplicado mucho antes, parte del nitrógeno se puede perder por medio de la lixiviación. Para evitar "la quemadura" de las semillas y las plantas semilleras, el abono fresco se debe aplicar por lo menos dos semanas antes de la siembra; el abono descompuesto raramente causa este problema.
- El abono que contiene grandes cantidades de paja puede causar una deficiencia temporal de N si no se añade abono de N.
- El estiércol se debe arar, gradar o azar dentro del suelo muy pronto después de la aplicación. Una demora de un sólo día puede causar una pérdida de 25 por ciento de N en la forma de gas amoníaco.

- o Las tasas de 20,000-40,000 kg/ha son generalmente recomendadas, pero se debe limitar el abono de aves y ovejas a 10,000 kg/ha puesto que es mas probable que cause "la quemadura". Esto resulta siendo entre 2-4 kg/metro cuadrado (1 kg/metro cuadrado por el abono de aves y de ovejas).
- o Si hay cantidades limitadas de abonos, los agricultores benefician más usando tasas moderadas sobre un área más grande que una tasa alta en un área reducida.
- o El abono también se puede aplicar en tiras o huecos en el centro de la hilera si los agricultores pueden hacer el trabajo adicional. Esta es una buena manera de usar el abono en pocas cantidades. El abono fresco puede quemar las semillas o las plantas semilleras si no es bien mezclado con el suelo.

#### La Materia Orgánica Vegetal (La Cobertura del Suelo)

Igual que el caso del estiércol, grandes cantidades de cobertura orgánica vegetal se necesitan para mejorar la condición física del suelo o suplir cantidades significantes de los nutrimentos. La elaboración de la cobertura requiere mucho trabajo y raras veces es practicable para las áreas más grandes que los huertos pequeños. (Para más información sobre la cobertura orgánica, refiérese al manual del Cuerpo de Paz, la Oficina Para la Colección y el Intercambio de Información, Soils, Crops, and Fertilizer Use.)

#### Otros Abonos Orgánicos

La harina de sangre y la harina de algodón tienen contenidos de N mucho más altos que el estiércol y la cobertura orgánica, y contienen otros nutrimentos además. A pesar de ésto, son valiosos como alimentos para los animales y tienden a ser muy costosos. La harina de hueso (15-20 por

ciento de  $P_2O_5$ ) suelta el P muy lentamente y también es muy costosa.

Las cáscaras del arroz, el algodón y los cacahuetes no tienen casi valor nutritivo pero se pueden usar de cobertura o para suavizar suelos arcillosos en huertas pequeñas. Pueden causar una separación temporal del N.

Los Cultivos de Abonos Verdes

Vea el Capítulo 4, página 129.

## LOS ABONOS QUIMICOS

Los abonos químicos (también llamados "comerciales o inorgánicos") contienen una concentración mucho más alta de nutrimentos que el estiércol y las coberturas vegetales del suelo, pero no tienen las capacidades de mejoramiento del suelo de éstos.

Pocos agricultores tienen suficiente abono orgánico para cubrir adecuadamente más de una porción pequeña de sus terrenos, y por eso los abonos químicos frecuentemente son un ingrediente clave para el mejoramiento rápido de los rendimientos. A pesar de su costo constantemente en aumento, todavía producen ganancias si se usan correctamente.

## Los Tipos de Abonos Químicos

Para la aplicación al suelo, la forma más frecuentemente usada son los gránulados. Por lo general

contienen uno o más de los "Tres Mayores Nutrientes" (N, P, K), cantidades variables del azufre y del calcio (como portadores), y muy pequeñas o ningunas cantidades de los micro-nutrientes.

Los abonos pueden ser mezclas mecánicas simples de dos o más abonos o una combinación química con cada gránulo idéntico en su contenido de nutrientes.

### Como Interpretar una Etiqueta de Abonos

Todos los abonos químicos comerciales respetables llevan una etiqueta indicando el contenido en nutrientes, no sólo de N-P-K, sino también de las cantidades significantes del azufre, el magnesio, y los micro-nutrientes.

El Sistema de Tres Números: Este indica el contenido de N-P-K en esa orden, usualmente en la forma de N,  $P_2O_5$ , y  $K_2O$ .

Los números siempre se refieren al porcentaje. Un abono de 12-24-12 contiene 12 por ciento de N, 24 por ciento de  $P_2O_5$ , 12 por ciento de  $K_2O$  que es igual a 12 kg N, 24 kg  $P_2O_5$ , y 12 kg  $K_2O$  por cada 100 kg. Un abono de 0-21-1 no contiene nitrógeno n. potasio, pero contiene 21 por ciento de  $P_2O_5$ . Aquí hay algunos ejemplos adicionales:

- 300 kg 16-20-0 contiene 48 kg N, 60 kg  $P_2O_5$ , 0 kg  $K_2O$
- 250 kg 12-18-6 contiene 30 kg N, 45 kg  $P_2O_5$ , 0 kg  $K_2O$ .

## La Tasa del Abono

La tasa del abono se refiere a las proporciones relativas de N,  $P_2O_5$ , y  $K_2O$ . Un abono de 12-24-12 tiene una tasa de 1:2:1 igualmente que uno de 6-12-6; se necesitarían 200 kg de 6-12-6 para suplir la misma cantidad de N-P-K de 100 kg de 12-24-12. Ambos los 15-15-15 y los 10-10-10 tienen una tasa o una relación de 1:1:1.

El N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  contra el N, P, K: Note que el contenido de N de un abono se expresa como N, pero que los contenidos de P y K usualmente se expresan como  $P_2O_5$  y  $K_2O$ . Este sistema originó con los primeros abonos químicos del siglo 19 y todavía es usado por la mayoría de los países, aunque algunos han cambiado al sistema de N-P-K. Una recomendación de abonos dado en términos de "P actual" y "K actual" refiere al nuevo sistema; observe la etiqueta del abono para ver si el contenido de nutrimentos está expresado como N- $P_2O_5$ - $K_2O$  o como N-P-K. Las siguientes formulas muestran la manera de conversión entre los dos sistemas:

$$P \times 2.3 = P_2O_5$$

$$P_2O_5 \times 0.44 = P$$

$$K \times 1.2 = K_2O$$

$$K_2O \times 0.83 = K$$

Por ejemplo, un abono con una etiqueta de 14-14-14 N- $P_2O_5$ - $K_2O$  estaría descrito como 14-6.2-11.6 a base de N-P-K. Igualmente, si la recomendación de abonos pide la aplicación de 20 kg de "P actual" por hectárea, se necesitaría 46 kg (es decir 20 2.3) de  $P_2O_5$  para suplir esta cantidad

El Cuadro 6 muestra el contenido en nutrimentos de los abonos comunes. (Refiérese a las páginas 74-78 del manual Soil, Crops, and Fertilizer del Cuerpo de Paz, La Oficina Para la Colección y el Intercambio de Información.)

## LAS PÁUTAS BASICAS PARA LA APLICACION DE LOS ABONOS QUIMICOS

### El Nitrógeno

Para abonar el maíz, el sorgo, y el mijo, entre un tercio y una mitad del total de N se debería aplicar durante la siembra. La primera aplicación normalmente será en forma de un abono de N-P o de N-P-K. El resto del N se debe aplicar en una o dos aplicaciones laterales (el abono es aplicado a lado de la hilera mientras el cultivo está creciendo) más tarde en la estación de crecimiento cuando el uso de N por la planta ha aumentado. Un abono de sólo N como la urea (45-46 por ciento de N), sulfato amónico (20-21 por ciento N), o nitrato amónico (33-34 por ciento de N) se recomienda para las aplicaciones laterales. Cuando se va a hacer una aplicación lateral, es mejor hacerla cuando los cultivos están de dos pies de altura o al alto de la rodilla (25-35 días después de la emergencia de la planta en las áreas calientes). En suelos muy arenosos o bajo lluvias espesas, se pueden necesitar dos aplicaciones laterales y los tiempos apropiados son a dos pies de altura y a la etapa de la floración.

Donde Colocar el Abono de Nitrógeno en forma N-P o N-P-K: Vea la sección sobre el fósforo que sigue.

Donde Colocar el Nitrógeno Como Una Aplicación Lateral: No es necesario colocar un abono de nitrógeno slo a tanta profundidad como el P y el K, porque la lluvia cuele el N hacia abajo a la zona de las raíces. Trabájelo a 1.0-2.0 cm para que no sea perdido con el desagüe. La urea siempre se debe introducir dentro del suelo para evitar la pérdida de N en la forma del gas amoníaco. (Lo mismo ocurre con todos los abonos de N amoníacos cuando el valor pH del suelo es más de 7.0) El mejor tiempo para hacer las aplicaciones laterales es antes de quitar las hierbas malas (la cultivación) - el escardadero o la azada lo pueden invertir dentro del suelo un poco.

El nitrógeno se puede colocar en una banda continua a lado de la hilera del cultivo a 20 cm o más de las plantas. Los cultivos con un sistema de raíces regadas como el maíz, el sorgo, y el mijo pueden recibir aplicaciones laterales en el centro entre las hileras sin perder el efecto. No hay necesidad de regar el N para distribuirlo mejor, porque se riega mientras se cuele por el suelo. Evite derramar el abono sobre las hojas del cultivo puesto que las puede quemar. (La quemadura por abono ocurre cuando demasiado abono se deposita muy cerca a las semillas o a las plantas semilleras, causando que se pongan pardas y pierdan la habilidad de absorber agua.) Si falta tiempo, se puede hacer la aplicación lateral en cada otra hilera con doble la cantidad de una sola hilera.

Cuadro 6

## LA COMPOSICION DE LOS ABONOS COMUNES

<u>FUENTES DEL NITROGENO</u>	<u>N %</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> %</u>	<u>K<sub>2</sub>O %</u>	<u>S %</u>
Amoníaco Anhídrico (NH <sub>3</sub> )	82%	0	0	0
Nitrato Amónico	33%	0	0	0
Nitrato Amónico con Cal	20.5%	0	0	0
Sulfato Amoníaco	20-21%	0	0	23-24%
Sulfato de Fosfato-Amónico (2 tipos)	16% 13%	20% 39%	0 0	9-15% 7%
Fosfato mono-amoníaco (2 tipos)	11% 12%	48% 61%	0 0	3-4% 0
Fosfato Di-amoníaco (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 Potásico	13%	0	46%	0
Urea	45-46%	0	0	0
<u>FUENTES DEL FOSFORO</u>				
Superfosfato sólo	0	16-22%	0	8-12%
Superfosfato triple	0	42-47%	0	1-3%
Fosfatos mono-Amoníacos y di-Amoníacos (Vea bajo N)				
Sulfato de fosfato amónico (vea bajo N)				
<u>FUENTES DEL POTASIO</u>				
Cloruro de Potasio (Potasa clorhídrica)	0	0	62%	0
Sulfato potásico	0	0	50-53%	18%
Nitrato potásico	13%	0	44%	0
Sulfato de potasio magnésico (11% Mg, 18% MgO)	0	0	21-22%	18%
NOTA: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> X 0.44 = P; K <sub>2</sub> O X 0.83 = K; S X 3.0 = SO <sub>4</sub>				

## El Fósforo

El fósforo es casi inmovible en el suelo. Esto quiere decir que los abonos que contienen P se deben colocar por lo menos a 7.5-10 cm de profundidad para asegurar que pueda subir por las raíces. Las raíces de la mayoría de los cultivos no son muy activas cerca de la superficie del suelo (sólo si se usa alguna cobertura) porque el suelo se seca tan rápidamente. Por estas razones, todo el abono de P se debe aplicar a la hora de la siembra:

- Las plantas semilleras necesitan concentraciones altas de P en los tejidos para el crecimiento y el desarrollo iniciales de las raíces.
- El fósforo no es lixiviable, así que no es necesario hacer aplicaciones laterales adicionales.
- Para ser efectivo como una aplicación lateral el P también necesitaría ser colocado profundamente (con la excepción de los suelos con una cobertura espesa), y ésto podría dañar las raíces.

NOTA: Muchos agricultores pierden el dinero con la aplicación lateral de abonos de N-P, N-P-K o P después de ya haber aplicado el P durante la sembradura. Otros no aplican el P hasta que el cultivo ya tiene varias semanas de crecimiento. En ambos casos, los rendimientos sufren.

### Como Disminuir la Separación del Fósforo

Sólo el 5-20 por ciento del abono de P que el agricultor aplica verdaderamente es disponible al cultivo. El método de aplicación tiene una gran influencia sobre la cantidad de separación que ocurre.

Por lo general, los agricultores no deben esparcir los abonos que contienen P, aún cuando los aran o los azadonan

dentro del suelo. El esparcir del abono aumenta a lo máximo la separación del P porque lo riega muy ligeramente y expone cada gránulo al contacto completo con el suelo. La esparción regada da una mejor distribución del P por el suelo, pero se necesitan grandes cantidades para evitar la separación, y pocos agricultores pueden hacer el gasto. De hecho, se necesita entre dos y diez veces la cantidad de P esparcida para producir el mismo efecto de una cantidad colocada localmente. Los agricultores deben usar unos de los métodos de colocación localizada que están descritos en lo siguiente. La colocación del abono en una área pequeña le permite evitar la capacidad de separación del suelo.

El añadido de grandes cantidades de materia orgánica al suelo ayuda a aminorar la separación de P, pero frecuentemente no es practicable en los campos grandes. El valor pH del suelo se debe mantener dentro de la variación 5.5-7.0 si es posible. Los suelos muy ácidos tienen una capacidad especialmente alta de separación del P. Cuando el P es aplicado como un abono N-P o N-P-K, el N ayuda a aumentar el uso del P por las raíces.

#### La Colocación de los Abonos de P:

El Método de la Banda Continua: Este es el mejor método para los cultivos de referencia y es especialmente bien adaptado a la sembradura en surcos de poco espaciamento. La colocación

Óptima de la banda es 5.0-6.0 cm al lado de la hilera de semillas y 5.0-7.5 cm debajo del nivel de las semillas. Una banda o tira por hilera es suficiente.

Como formar la banda: El agricultor tiene dos opciones:

a. Los aplicadores de bandas de abonos se pueden comprar para la mayoría de los modelos de sembradores llevados por tractor y para algunos de los sembradores de tracción animal. También hay en el mercado aplicadores de banda manuales. El programa de los sistemas agrícolas del Instituto Internacional para la Agricultura Tropical (IIAT) ha diseñado un modelo de aplicador de abonos en bandas manual que se puede construir en cualquier taller pequeño que tenga las capacidades de soldar y cortar metal. No obstante, no está claro por medio del plan del diseño si el modelo IIAT verdaderamente coloca el abono bajo el nivel del suelo.

b. Los métodos de arar o azadonar

- El agricultor puede hacer un surco de 7.5-15 cm de profundidad con un arado y una azada de madera, luego aplicar el abono a mano en el hueco y volver a tirar la tierra dentro del surco para llenarlo al nivel de la siembra. Esto produce una tira de abono que corre debajo de las semillas y hacia el lado. Mientras haya 5.0-7.5 cm de suelo separando el abono de las semillas, hay poco peligro de la quemadura.
- Un método menos satisfactorio es el de hacer un surco al nivel de la siembra y colocar ambos el abono y las semillas adentro (el surco tiene que ser suficientemente ancho para poder esparcir y diluir un poco el abono). Este método sirve para el maíz con tasas bajas o medianas de N y K (no más que 200-250 kg/ha de 16-20-0 o 14-14-14; no más que 100-125 kg/ha de 18-46-0 o 16-48-0). Las tasas más altas pueden causar la quemadura por el abono. Los frijoles y el sorgo son más sensibles a la quemadura por abono que el maíz.

El Método Semi-Círculo: Este tiene buenos resultados cuando las semillas se siembran en grupos ("la sembradura en colinas") espaciadas relativamente lejos en suelos no labrados donde las bandas serían imprácticas. El abono se coloca en un semi-círculo hecho con un machete, una azada, o una trulla como a 7.5-10 cm de distancia de cada grupo de semillas y a 7.5-10 cm de profundidad. Esto lleva mucho tiempo, pero da una mejor distribución del abono que el método en huecos.

El método en huecos: Este método es el menos eficaz de los tres, pero es mucho mejor que no usar el abono. Puede ser el único método practicable para los terrenos que se han sembrado en colinas sin labranza anterior. El abono se coloca en un hueco de 10-15 cm de profundidad y espaciado a 7.5-10 cm de cada grupo de semillas.

### El Potasio

El potasio experimenta pérdidas por la lixiviación la media parte de las pérdidas del N y el P. Igual al P, toda la K usualmente se puede aplicar a la hora de la sembradura, frecuentemente como parte del abono N-P-K. En donde las pérdidas por la lixiviación probablemente sean grandes (en los suelos muy arenosos o con muchas lluvias), a veces se recomiendan las aplicaciones de K divididas

En contraste al N y al P, como dos tercios del K que las plantas extraen del suelo termina en las hojas y los

tallos en vez de en el grano. El invertir los residuos del cultivo al suelo es una buena forma de recircular el K. La quemadura de los residuos no destruye el potasio (K), pero resulta en la pérdida de la materia orgánica, el N, y el azufre.

#### Algunos Consejos Especiales Para los Suelos Regados por Canales

Cuando se usan los métodos de banda, semi-círculo, o hueco en suelos regados por canales (los suelos regados con un canal entre cada hilera o semillero) el agricultor tiene que asegurarse de colocar el abono bajo el nivel a que sube el agua en el canal. La colocación bajo este nivel de "aguas altas" permite que los nutrimentos solubles como el nitrato y el sulfato se cuelen a lo lateral y hacia abajo hasta las raíces. Si es colocado arriba del nivel del agua, el efecto capilar (hacia arriba) del agua llevará estos nutrimentos a la superficie del suelo donde no se pueden usar. (El efecto capilar es el mismo proceso que permite que la nafta suba la mecha de la lámpara.)

#### LA DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE ABONO QUE SE NECESITA USAR

El cuadro siguiente se puede usar para determinar la cantidad de abono que se debe aplicar por el largo de la hilera (si se usa el método de semi-círculo o hueco). (La fórmula que

se encuentra en el manual Soil, Crops and Fertilizer Use del Cuerpo de Paz/Oficina Para la Colección y el Intercambio de Información también se puede usar para determinar esta cantidad.)

NOTA: En vez de decirles a los agricultores que apliquen tantos gramos o onzas por el largo de la hilera o por cada colina, convierta el peso de la dosis en un dosis en volumen usando un envase común como una lata de tuna o de jugo, la tapa de un frasco o de una botella.

Los abonos varían en densidad, y por eso hay que determinar la relación peso/volumen de cada tipo usando una pesa exacta.

#### Cuadro 7

#### El Cálculo de la Cantidad de Abono Necesaria por Cada Metro de Hilera o por Cada "Colina"

##### I. Por Cada Metro de la Hilera (Para las aplicaciones en banda):

LA CANTIDAD DE ABONO REQUERIDO POR HECTARE						
Hilera	<u>100 kg</u>	<u>200 kg</u>	<u>300 kg</u>	<u>400 kg</u>	<u>500 kg</u>	<u>600 kg</u>
Ancho	GRAMOS DE APLICACION POR METRO DE HILERA					
50 cm	5	10	15	20	25	30
60 cm	6	12	18	24	30	36
70 cm	7	14	21	28	35	42
80 cm	8	16	24	32	40	48
90 cm	9	18	27	36	45	54
100 cm	10	20	30	40	50	60

II. Por Colina (Para las aplicaciones en semi-círculo o en huecos):

En este caso, la cantidad depende del espaciamiento de las hileras y las distancia entre las colinas en la hilera. El cuadro que sigue muestra cuantos gramos de abono se necesitan por cada colina para igualar una tasa de 100 kg/ha. Para saber cuanto se necesita para una tasa de 250 kg/ha, tendría que multiplicar las cifras del cuadro por 2.5.

#### LA DISTANCIA ENTRE LAS COLINAS

Hilera 30 cm 40 cm 50 cm 60 cm 70 cm 80 cm 90 cm 100 cm

Ancho GRAMOS DE ABONO REQUERIDOS POR COLINA  
PARA IGUALAR 100 KG/HA

50 cm	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
60 cm	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
70 cm	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0
80 cm	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0
90 cm	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0
100 cm	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

## Los Abonos Foliare

Las aplicaciones foliarias están mejor adaptadas para los micro-nutritivos: Los abonos solubles en polvos o líquidos se venden en algunas áreas para mezclar con agua y rociar sobre las hojas. Algunos abonos granulares como el urea, el nitrato amónico, y el fosfato di-amónico también son suficientemente solubles para este fin. Sin embargo, para evitar la "quemadura" sólo cantidades pequeñas de abono se pueden pulverizar sobre las hojas en cada aplicación - ésto quiere decir que las aplicaciones foliarias son más adaptadas para los micro-nutrientos que se necesitan sólo en pequeñas cantidades. Las aplicaciones foliarias son especialmente útiles para la aplicación del hierro, que se separa y se hace inasequible cuando es aplicado al suelo. Aunque los abonos de aplicación foliar trabajan rápidamente (dentro de uno a tres días) tienen mucho menos valor residuo que las aplicaciones terrestres.

Hay propagandas que dicen que los abonos foliarios N-P-K producen aumentos grandes en rendimientos.

- Numerosos ensayos han mostrado que los abonos foliarios N-P-K causan que las hojas se pongan muy verdes pero los incrementos grandes en aumentos no son probables mientras hay suficiente aplicación de N-P-K al suelo. Un ensayo del Centro Internacional para la Agricultura Tropical (CIAT) en 1976 en Colombia sí obtuvo un aumento de rendimientos de 225 kg/ha de frijoles pulverizándolos tres veces con una solución de 2.4 por ciento (por peso) de fosfato-mono-amónico (11-48-0) aunque 150 kg/ha de

$P_2O_5$  había sido aplicado al suelo. (El rocío contribuyó sólo 10 kg/ha de  $P_2O_5$ .) Pero con todo, el suelo tenía una capacidad muy alta de separación del P.

Los abonos foliares en forma de polvo soluble y líquido son mucho más caros por unidad de nutritivo en comparación a los abonos granulares ordinarios..

Se necesitan numerosas aplicaciones para suplir una cantidad significativa de N-P-K por medio de las hojas sin riesgo de quemadura.

Algunos de los abonos foliares N-P-K tienen micro-nutrientes incluidos pero las cantidades son demasiado pequeñas para prevenir o curar las deficiencias.

### Como Evitar la "Quemadura" por Abonos

La "quemadura" o "quema" por abonos ocurre cuando demasiado abono es colocado muy cerca a las semillas o a las plantas semilleras. Es causada por concentraciones altas de sales solubles alrededor de la semilla o las raíces, las cuales previenen que las raíces absorban el agua. Las semillas pueden germinar inadecuadamente desde el punto hacia abajo, las hojas de la planta semillera se ponen pardas, y las plantas pueden morir.

### Pautas para Prevenir la Quemadura por Abonos

- Los abonos de N y K tienen mucha más capacidad de "quemadura" que los de P. Los superfosfatos solios y triples son muy seguros. El nitrato sódico y el nitrato potásico tienen la potencialidad más alta de quemadura por unidad de nutrimento, seguidos por el sulfato amoníaco, el nitrato amónico, el fosfato mono-amoníaco (11-48-0), y el clorato potásico. El fosfato-di-amoníaco (16-48-0, 18-46-0) y el urea pueden dañar las semillas y las plantas semilleras cuando producen el gas amoníaco libre. A medida que sube la tasa de N y K a P en un abono N-P-K, hay más probabilidad de quemadura causada por la colocación incorrecta.

- Cuando está usando abonos que contienen N, no los coloque más cerca de 5 cm al lado de la hilera de semillas cuando está aplicando la banda, y a 7.5 cm cuando se aplica con los métodos de semi-círculo o de hueco (vea las excepciones que se detallan en la sección sobre los métodos de colocación de la banda). Hay poco peligro de la quemadura cuando se hacen aplicaciones laterales a los cultivos con N, pero evite dejar caer los gránulos sobre las hojas.
- La quemadura por abonos ocurre con más frecuencia en los suelos arenosos que en los arcillosos, y bajo condiciones de poca humedad. Una lluvia grande o el regado ayuda a llevar las sales dañinas si ocurre una quemadura.

#### LAS TASAS DE ABONOS RECOMENDADAS PARA LOS CULTIVOS DE REFERENCIA

La tasa del uso de abonos más lucrativa para el pequeño agricultor depende de su capacidad del manejo, el capital, los factores limitantes, el nivel de fertilidad del suelo, el tipo de cultivo, el precio esperado, y el costo del abono. Los pequeños agricultores generalmente deben buscar el rendimiento máximo de la inversión. Esto indica el uso de tasas bajas y moderadas de abonos, porque la reacción de los rendimientos de los cultivos es una reacción de rendimientos decrecientes.

Puesto que la eficiencia de la reacción al abono se reduce a medida que se aumentan las tasas, el pequeño agricultor con capital limitado disfrutaría más con la aplicación de tasas bajas o medianas de abonos. Él o ella termina con un rendimiento sobre la inversión más alto, puede abonar más terrenos, y le sobra dinero para invertir en otras prácticas complementarias de mejoramiento de rendimientos.

A medida que la situación de capital del agricultor mejora, puede justificar el uso de tasas más altas de abonos, mientras no sacrifique sus inversiones en otras prácticas mejoradas. Otro factor que se debe considerar es que el abono puede reducir el terreno y la mano de obra que se necesita para producir el cultivo, así aminorando los costos y permitiendo mas diversidad de producción.

#### Algunas Guías Generales Para las Tasas Bajas, Medianas y Altas de N-P-K

Tomando en cuenta los muchos factores que determinan las tasas óptimas de abonos, el Cuadro 8 provee una guía general a las tasas BAJAS, MEDIANAS, y ALTAS de los "Tres Mayores Nutrimentos" para los cultivos de referencia basado sobre las condiciones del pequeño agricultor y usando la colocación localizada de P. Las tasas "altas" mostradas aquí serían consideradas sólo bajas o medianas por la mayoría de los agricultores en Europa y los E.E.U.U. donde las aplicaciones de 200 kg/ha de N no son raras para el maíz y el sorgo regado.

Cuadro 8

Guías generales para las tasas bajas, medianas, y altas de  
N-P-K

	<u>BAJO</u>	<u>MEDIANO</u>	<u>ALTO</u>
	(Libras/acre o kg/hectárea)	(Libras/acre o kg/hectárea)	(Libras/acre kg/ha <sup>1</sup> )
N <sup>2</sup>	35-55	60-90	100+
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25-35	40-60	70+
K <sub>2</sub> O	30-40	50-70	80+

Hay varias condiciones importantes para el Cuadro 8:

- USTED TIENE QUE CONSIDERAR EL NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO tanto como el tipo de cultivo. Un suelo alto en K disponible necesitaría poco abono de K. La mayoría de los suelos cultivados tienden a ser bajos en N y bajos o medianos en P, pero las deficiencias de K son menos comunes. Los cacahuets a veces reaccionan mejor al P y K restantes que a las aplicaciones directas.

- Las leguminosas como los cacahuets, las arvejas de vaca, la soya, las judías de Mungo, y los garbanzos son fijadores de N muy eficientes si son correctamente inoculados con la clase propia de la bacteria Rhizobia o si son cultivados en suelos que tienen una población natural de la propia Rhizobia. En algunos casos, no obstante, una aplicación de 15-25 kg/ha de N ha dado una reacción positiva en alimentar las plantas hasta que las bacterias Rhizobia comienzen a fijar el N (como dos o tres semanas después de la emergencia de la planta). Esas reacciones son la excepción en vez de la regla y tienen más tendencia de ocurrir en suelos arenosos.

Los frijoles (Phaseolus vulgaris) no son tan eficientes en la fijación de N y pueden usar hasta 50-60 kg/ha de N.

- La capacidad de manejo del agricultor es una consideración esencial. Los agricultores no deben usar las altas tasas de abonos si no van a usar otras prácticas complementarias de mejoramiento de rendimientos.

<sup>1</sup> Cuando son convertidos, libras/acre y kg/ha son casi equivalentes, por lo menos para el uso de este cuadro general.  
kg/ha x 0.89 = libras/acres

## RECOMENDACIONES DE ABONOS PARA CULTIVOS ESPECIFICOS

### El Maíz

#### La Reacción al Abono

Cuando se comienza con una base de rendimientos bajos como 1000-1500 kg/ha, los rendimientos de maíz descascarado deben aumentar por más o menos 25-50 kg por cada kg de N aplicado, hasta llegar a un rendimiento de 4000-5000 kg/ha. Con tasas de aplicación más altas, la relación de esta reacción generalmente aminora. Estos aumentos de rendimientos se pueden obtener si:

- Los otros alimentos como el P y K son suplidos cuando se necesitan, el contenido de humedad del suelo es adecuado, se usa una variedad responsiva, y no haya factores limitantes serios como los insectos, las enfermedades, las malezas, el valor pH, el drenaje, etc.
- Los abonos son aplicados correctamente y en la propia epoca.

Si la reacción baja del nivel de 25-30, ésto significa la presencia de uno o más factores limitantes serios, o que se usó una tasa muy alta de N.

El Cuadro 8 puede ser usado como una guía, pero siempre que sea posible se deben tomar muestras del suelo. Las investigaciones han mostrado que el maíz puede usar eficientemente el P colocado localmente (en banda, semi-círculo, o hueco) hasta un nivel de 50-60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Los Micro-Nutrientes: Con la excepción del zinc, el maíz no es muy susceptible a las deficiencias de los micro-nutrientes.

Se puede confirmar la deficiencia del zinc con un rocío de 20 plantas con una solución de una cucharada (15 cc) de sulfato de zinc en cuatro litros de agua con 5 cc de jabón líquido como agente de humectación. Si el zinc es el único nutriente que falta, las hojas nuevas tendrán un color verde normal cuando emergen.

Cuadro 9

<u>Fuente del Zinc</u>	<u>% de Zinc</u>	<u>Cantidad Requerida</u>	<u>Método de Aplicación</u>
Sulfato de Zinc Monohidrato	23%	8-12 kg/ha (libras/acre)	mezclado con el abono de la siembra y colocado localmente
Sulfato de Zinc Heptahidrato	35%	6-9 kg/ha (libras/acre)	mezclado con el abono de la siembra y colocado localmente
Oxido de Zinc	78%	2.5-4 kg/ha (libras/acre)	mezclado con el abono de la siembra y colocado localmente
Sulfato de Zinc	23%, 35%	350-500 gramos/100 litros de agua más el agente de humectación	Foliar; rocíe las hojas; puede causar la quemadura de las hojas bajo ciertas condiciones.

## El Sorgo

La reacción al abono: El sorgo tiene una reacción al abono semejante a la del maíz si la humedad es adecuada y si se usan las variedades mejoradas. Como siempre, el agricultor debe tomar un ensayo del suelo primero y no depender de las recomendaciones generales.

Los requerimientos de nutrimentos son semejantes a los del maíz, con la excepción que el sorgo es muy susceptible a las deficiencias de hierro. Las deficiencias de hierro casi nunca reaccionan bien al hierro aplicado al suelo si no son tipos especiales quelatos (orgánicos y más costosos) que evitan la separación del hierro. Las deficiencias se deben tratar con un rocío a las plantas de una solución de 2-2.5 kg de sulfato ferroso disuelto en 100 litros de agua con suficiente agente de humectación para asegurar una cobertura uniforme de las hojas. Comience a rociar en cuanto aparezcan los síntomas; en suelos muy deficientes la planta puede necesitar varias aplicaciones durante la estación de crecimiento .

Las semillas y las plantas semilleras del sorgo son más sensibles a la quemadura por abonos que el maíz. Si se va a hacer más de una cosecha por sembrada, todo el P y K se debe aplicar durante la sembrada junto con 30-50 kg/ha de N. Otra dosis de 30-50 kg/ha de N debe ser aplicada como 30 días después. Como 25-30 días después de la primera cosecha, ponga otra aplicación de 30-50 kg/ha.

## El Mijo

La reacción a los abonos: La baja humedad del suelo es el mayor factor limitante de la reacción a los abonos. Las variedades tradicionales son menos responsivas. Las investigaciones en India por ISCRASAT mostraron que las variedades mejoradas del mijo perla reaccionaban a tasas de N tan altas como 160 kg/hectárea bajo condiciones de humedad adecuada, pero que los tipos tradicionales jamás respondieron bien a tasas más de 40-80 kg/hectárea. Las tasas de N-P-K en el Cuadro 8 se pueden usar para guiarse, tomando en cuenta los factores de la humedad y de las variedades.

## Los Cacahuetes

La Reacción a los Abonos: Los cacahuetes tienen reacciones a los abonos bastante difíciles de pronosticar y con frecuencia reaccionan mejor a la fertilidad residual de aplicaciones anteriores de los otros cultivos de la rotación.

El Nitrógeno y los Nódulos: Si el tipo correcto de la bacteria Rhizobia está presente, los cacahuetes normalmente pueden satisfacer sus propios requerimientos de N. Hay dos excepciones:

- Si las porciones del campo que tienen un desagüe inadecuado quedan saturadas en agua temporalmente, la Rhizobia se puede morir y las plantas comienzan a amarillentarse. Una aplicación de 20-40 kg/ha de N puede ser necesaria para ayudar a las plantas hasta que la bacteria se restablezca después de varias semanas.
- En algunos casos (principalmente en suelos arenosos de color claro) 20-30 kg/ha de N aplicado durante la siembra parece ayudar a que las plantas se establezcan hasta que la Rhizobia comiencen a fijar el N como tres semanas después de la emergencia. Esta aplicación no es recomendada.

Para verificar la nodulación correcta, quite cuidadosamente las raíces de las plantas de tres semanas de crecimiento y busque las agrupaciones de nódulos gruesos (hasta el tamaño de guisantes pequeños, especialmente alrededor de la raíz columnar. Abra unos, si están rojizos por dentro, ésa es la seña de que están fijando activamente el nitrógeno.

La inoculación de la semilla normalmente no es necesario si los cacahuets son sembrados en campos donde anteriormente se han cultivado dentro de los últimos tres años los cacahuets, los frijoles de vaca, los porotos de manteca, las judías de Mungo, o la crotalaria. El inoculante comercial es un polvo seco oscuro que contiene la Rhizobia viva y viene en un paquete cerrado. La semilla se pone en un envase y se moja con agua para ayudar a que el inoculante se le pegue (el añadido de un poco de melaza ayuda también). La cantidad correcta del inoculante se mezcla con la semilla, la cual se siembra dentro de unas horas. El exponer la semilla al sol puede matar la bacteria.

El Fósforo y el Potasio: Porque los cacahuets tienen una capacidad muy buena de utilizar los abonos residuos de los cultivos anteriores, no responden bien a las aplicaciones directas de P y K si los niveles no son bajos. De hecho, hay pruebas de que los niveles altos de K en la zona de las vainas pueden aumentar el número de granos vacíos a causa de los niveles disminuidos de calcio disponible.

El Calcio: Los cacahuets son uno de los pocos cultivos que tienen un requerimiento alto de Ca. El color de un verde claro y el porcentaje alto de granos vacíos pueden ser indicaciones de una deficiencia de Ca. El calcio no se mueve de la planta a las vainas; al contrario, cada vaina tiene que absorber su propio requerimiento. El yeso, (el sulfato de calcio) se usa para suplir el Ca a los cacahuets porque es mucho más soluble que la cal y no tiene efecto sobre el valor pH del suelo (el uso del cal para proveer Ca puede subir el valor pH a niveles demasiado altos muy fácilmente). La aplicación

acostumbrada en donde existen deficiencias es 600-800 kg/ha de yeso seco aplicado sobre el centro de la hilera del cultivo (éste no "quema") en una banda de 40-45 cm de ancho a cualquier tiempo desde la siembra hasta la floración. El yeso también provee el azufre.

Los micro-nutrientes: El boro y el manganeso son las deficiencias más probables (vea el Cuadro 5). El boro puede ser tóxico si es aplicado a tasas mucho más altas que las que se detallan en el Cuadro 10, especialmente cuando se aplica en bandas.

### **Los Frijoles (Los Porotos)**

El nitrógeno: Los porotos son menos eficientes en la fijación de N que los cacahuetses o las arvejas de vaca y las tasas recomendadas de N usualmente varían entre 40-80 kg/ha N. En un ensayo del CIAT en 1974 en Colombia, 40 kg/ha de N aumentó los rendimientos a 1450 kg/ha en comparación con 960 kg/ha sin N. Se descubrió que los abonos nitrogenados que forman ácidos, como el urea y el sulfato amoníaco podían aumentar la posibilidad de la toxicidad de aluminio y manganeso si se aplicaban en bandas cerca de las hileras en suelos muy ácidos. Fue recomendado que el N fuera esparcido más en estos casos.

El Fósforo: Los porotos tienen un requerimiento alto de P, y esto con frecuencia es el nutritivo mayor limitante, especialmente en los suelos con mucha capacidad de separación del P. Un ensayo de 1974 del CIAT en esa clase de suelo resultó en rendimientos de 700 kg/ha sin P y 1800 kg/ha cuando 200 kg/ha de  $P_2O_5$  fue aplicado en una banda al lado de la hilera. Estas tasas altas de P pueden ser necesarias en suelos con problemas serios de la separación de P. Bajo tales condiciones, se necesitaría 10 veces esta cantidad para producir el mismo efecto si fuera regado.

Las deficiencias de Potasio son raras en los porotos.

La deficiencia de Magnesio puede ocurrir en suelos muy ácidos o en éstos que tienen altos contenidos de Ca y K. Se puede controlar con la aplicación terrestre de 100-200 kg/ha de sulfato de magnesio o 20-30 kg/ha del óxido magnésico. Si el suelo necesita encalado, se debería usar la piedra calcárea de dolomita (20-45 por ciento Mg) para resolver el problema. La piedra calcárea de dolomita y el óxido magnésico deben ser esparcidos y arados antes de la sembradura. El sulfato de magnesio (sales Epsom) puede ser aplicado en bandas o en aplicaciones laterales. Una aplicación foliar de un kg del sulfato de magnesio por 100 litros de agua se puede tratar sobre los cultivos ya establecidos.

Cuadro 10

Tasas Sugeridas del Boro (B) y el Manganeso (MN)  
Para los Cacahuetes en Suelos Deficientes

<u>Material</u>	<u>% B o Mn</u>	<u>Cantidad Requerida</u>	<u>Método de Aplicación</u>
Bórax	11% B	5-10 kg/ha	Mezclado con los polvos fungicidas para la mancha foliar o mezclado con el yeso. No coloque el boro localmente porque es dañino
Solubor	20% B	2.75 kg/ha	Para rociar las plantas
Sulfato de Manganeso	26-28% Mn	15-20 kg/ha	Para aplicar en tiras con el abono de las hileras en la siembra
Sulfato de manganeso soluble	26-28% Mn	5 kg/ha	Para rociar sobre las hojas; use un agente de humectación.
Sulfato de Manganeso	26-28% Mn	15 kg/ha	Para polvorear las plantas con el producto molido

Los Micro-Nutrientes: Los frijoles son los más susceptibles a las deficiencias del manganeso, el zinc, y el boro (Vea el Cuadro 5). Las variedades de frijoles varían en susceptibilidad.

Las tasas del zinc: Igual a las del maíz.

El manganeso: Igual a las de los cacahuetes.

El boro: 10 kg/ha de borax aplicado en una tira con el abono de la hilera durante la sembradura o 1 kg de Solubor (20 por ciento B) por 100 litros de agua rociada sobre las plantas.

La toxicidad del Manganese a veces es un problema en suelos muy ácidos, especialmente si el drenaje es inadecuado. Los síntomas se confunden fácilmente con los de las deficiencias de zinc y magnesio. Los frijoles también son muy sensibles a la toxicidad por aluminio que ocurre en valores pH menos de 5.2-5.5, y el encalado del suelo es el único control. Si la toxicidad por aluminio es severa, las plantas pueden morir poco después de la emergencia. En los casos más moderados, las hojas anteriores se ponen amarillas con orillas secas, las plantas son enanas, y los rendimientos bajan dramáticamente.

#### Las Arvejas de Vaca

Las arvejas de vaca con buenos nódulos no responden a las aplicaciones de N, aunque una dosis inicial de 10 kg/ha N a veces produce resultados.

#### EL ENCALADO

Los suelos con un valor pH menos de 5.0-5.5 (según el suelo) pueden afectar adversamente el crecimiento del cultivo en cuatro maneras:

- Las toxicidades por el aluminio, el manganeso, y el hierro: Estos tres elementos aumentan en solubilidad a medida que el valor pH baja y pueden ser tóxicos a las plantas a niveles de pH menos de 5.0-5.5. Los frijoles son especialmente sensibles a la toxicidad del aluminio, lo cual es el mayor factor limitante en

algunas áreas. Muchos laboratorios de suelos rutinariamente analizan los niveles de aluminio soluble de las muestras muy ácidas. Las toxicidades por el manganeso y el hierro pueden ser serias también, pero usualmente no son un problema sino cuando también existe el factor del desagüe inadecuado.

- Los suelos muy ácidos con frecuencia son bajos en contenido del P disponible y tienen una alta capacidad de separar el P que se añade, por medio de la formación de compuestos insolubles con el hierro y el aluminio.
- Aunque los suelos muy ácidos por lo general tienen suficiente calcio para suplir los requerimientos de las plantas (con la excepción de los cacahuetes), tienden a ser bajos en magnesio y en el azufre y el molibdeno disponibles.
- El valor pH bajo suprime las actividades de muchos de los microbios del suelo beneficiosos como los que convierten el N,P, y S inasequibles a las formas útiles minerales.

El Maíz y las arvejas de vaca pueden tolerar la acidez del suelo entre los valores pH 5.0-5.5 según el contenido de aluminio soluble del suelo. El sorgo es un poco más tolerante que el maíz a la acidez del suelo. Los cacahuetes comunmente crecen bien con valores de pH tan bajos como 4.8-5.0 porque tienen buena tolerancia al aluminio. Los frijoles son los más sensibles de los cultivos de referencia relativo a la acidez del suelo, y los rendimientos por lo general sufren con valores de pH menos de 5.3-5.5.

¿Dónde es más común encontrar los suelos ácidos?

Los suelos en las áreas de más lluvias tienden a variar entre poco ácidos a muy ácidos por la probabilidad de que grandes cantidades del calcio y el magnesio se hayan

lixiviado (colado) con las lluvias mediante el tiempo. Los suelos de regiones más secas probablemente son alcalinos o sólo un poco ácidos porque hay menos lixiviación.

El uso continuo de abonos nitrogenados, aunque sean químicos u orgánicos inevitablemente baja el valor pH del suelo suficientemente para que requiera el encalado. El nitrato de calcio, el nitrato potásico, y el nitrato de sodio son las únicas excepciones entre los abonos nitrogenados pero frecuentemente son demasiado costosos o escasos.

#### Como Saber si Se Necesita Encalar

El valor pH se puede medir con bastante precisión en el mismo campo con un indicador líquido o un equipo eléctrico portable. Estos son útiles para investigaciones pero tienen dos desventajas:

#### Las Desventajas:

- El valor pH no es el único criterio para determinar si se necesita encalar. El contenido de aluminio soluble del suelo (que se llama aluminio "intercambiable") probablemente es aún más importante, y los equipos portables no pueden medirlo. Un suelo con un valor pH de 5.0 o aún más bajo puede ser satisfactorio para la cultivación de la mayoría de siembras si su contenido de aluminio intercambiable es bajo. Por otra parte, otro suelo con el valor pH de 5.3 puede requerir el encalado porque tiene demasiado aluminio. Sólo los laboratorios pueden determinar el caso.
- La cantidad de cal que se necesita para subir el valor pH del suelo varía mucho según el tipo de suelo. Un suelo puede requerir 8-10 veces más cal que otro para conseguir los mismos valores de pH

aunque los dos comiencen con el mismo valor. La cantidad de cal necesaria depende de la carga negativa del suelo, lo cual varía con la configuración, el tipo de minerales en la arcilla, y la cantidad de humus. Sólo los laboratorios pueden resolver esto.

### El Cálculo de la Cantidad de Cal Requerida

Aunque esté usando las recomendaciones del laboratorio, o algún otro consejo, tiene que ajustar la cantidad según la fineza, la pureza, y el valor neutralizador del material que se use:

- El valor neutralizador: Sobre una base más pura, aquí damos los valores neutralizadores de cuatros materiales cálcicos:

<u>Material</u>	<u>Valor Neutralizador</u> (comparado a la piedra calcárea)
Piedra calcárea (carbonato de cal)	100 por ciento
Piedra calcárea de Dolomita (Ca + carbonato de Mg)	109 por ciento
Hidrato de cal (Hidróxido de calcio)	136 por ciento
Cal quemada (óxido de calcio)	179 por ciento

Esto quiere decir que 2000 kg de cal quemada tiene casi el mismo efecto sobre el valor pH que 3580 kg de piedra calcárea de la misma pureza (2000 kg x 1.79 = 3580 kg).

- La fineza del material afecta mucho la tasa de reacción con el suelo. Aún los materiales molidos muy finos pueden demorar entre dos y seis meses en afectar el valor pH del suelo.
- La pureza: Si el material no viene con una garantía en la etiqueta, es difícil saber la pureza sin hacer un análisis de laboratorio.

## Como, Cuando, y Con Que Frecuencia Encalar

- El cal debe ser esparcido de manera uniforme por todo el suelo y luego mezclado completamente dentro de la capa superior de 15-20 cm con el arado o la azada.
- El gradar sólo mueve el material como la media parte de esa distancia. Se debe usar un arado de discos o de reja, no un arado de madera o de cincel. Si está esparciendo el cal a mano, la cantidad se debe dividir en dos partes para que una porción se aplique a lo largo y la otra a lo ancho. Lleve una máscara porque el hidrato de cal (la cal apagada) y el cal quemado pueden causar quemaduras severas.
- Para evitar la creación de una deficiencia en magnesio, cuando sea posible se debe usar una forma de material calcáreo dolomita.
- Los materiales calcáreos se deben aplicar por lo menos de dos a seis meses antes de la siembra, especialmente si el material no está molido muy bien.
- Se puede necesitar un encalado cada dos o cinco años en ciertos suelos, especialmente si se usan tasas muy altas de los abonos nitrogenados, el estiércol, o las coberturas orgánicas. Los suelos arenosos necesitan encalados más frecuentemente que los arcillosos porque tienen menos capacidad tamponada, pero los suelos arenosos requieren tasas más bajas.

### NO ENCALE DEMASIADO!

- Nunca suba el valor de pH del suelo a más de 6.5 cuando encala.
- Nunca suba el valor pH por más de una unidad completa (por ejemplo de 4.6 a 5.6, etc. Sólo es necesario subir el pH hasta 5.5-6.0 para obtener buenos rendimientos de un cultivo sensible al aluminio como el frijol.

Por varias razones, el encalado excesivo puede ser peor que la falta de encalado:

- Si se eleva el valor pH del suelo a más de 6.5 se aumentan las probabilidades de deficiencias en los micro-nutrientes, especialmente el hierro, el manganeso, y el zinc; el molibdeno es la excepción.

- El fósforo disponible comienza a declinar cuando el valor pH se sube mucho más de 6.5 a causa de la formación de compuestos relativamente insolubles de calcio y magnesio.
- El encalado estimula la actividad de los microbios del suelo y aumenta las pérdidas de la materia orgánica del suelo por medio de la descomposición.

## EL MANEJO DEL AGUA

### Los Requerimientos de Agua de los Cultivos de Referencia

Las diferencias relativas: El mijo tiene la mejor resistencia a las sequías de los tres cereales, seguido por el sorgo, y el maíz. Entre las leguminosas, las arvejas de vaca y los cacahuets son superiores a los frijoles comunes (el poroto) en este respeto.

Los Períodos de Demanda Crítica: El período crítico de demanda de agua para todos los cultivos de referencia en términos de ambos el uso máximo y el efecto sobre los rendimientos ocurre desde el período de la floración hasta la etapa de los granos de masa suave. En condiciones de humedad baja y calor intenso, el uso de agua total (la evaporación por el suelo y la transpiración por las plantas) puede subir a 9-10 mm diarios durante la floración y el llenado del grano.

El efecto de la carencia de agua sobre los rendimientos:

Los cultivos con frecuencia pueden sobrevivir los efectos de la carencia de agua que ocurre temprano en el ciclo de

crecimiento, pero los rendimientos pueden aminorarse mucho si ocurre durante la floración y el llenado del grano. En el caso del maíz uno o dos días de marchitez durante el período de la formación de borlas puede bajar los rendimientos hasta 22 por ciento, y seis a ocho días de marchitez acorta los rendimientos por 50 por ciento.

### Los Síntomas de la Carencia de Agua

- El maíz, el sorgo, y el mijo comienzan a enrollar sus hojas a lo largo, y las plantas se ponen de un color azul-verdoso. Las hojas inferiores con frecuencia se secan y se mueren. (Esto se llama "la quemadura" y en actualidad es una deficiencia de nitrógeno causada por la sequía.)
- Los cultivos leguminosos también cojen un color azul-verdoso y las hojas se marchitan a medida que la carencia aumenta. También puede ocurrir la "quemadura".

### Los factores que influyen la probabilidad de la carencia de agua:

- La modalidad y la cantidad de las lluvias: Vea la sección sobre las lluvias en en Capítulo 2.
- La configuración del suelo: Esto tiene una gran influencia sobre la capacidad de retención de agua del suelo. Las margas y los suelos arcillosos pueden retener el doble de agua por pie de profundidad que los suelos arenosos.
- La profundidad del suelo: Los suelos profundos pueden absorber más agua que los superficiales y permiten sistemas radicales de más profundidad.
- El declive del suelo: Mucha agua se puede perder por el desagüe de suelos con mucho declive.
- La temperatura, la humedad, y el viento: La tasa del uso de humedad del cultivo y las pérdidas de agua por medio de la evaporación del suelo aumentan a medida que suben las temperaturas y los vientos.

## Mantener Archivos Sobre las Normas de Lluvias

Puesto que la cantidad y la distribución de las lluvias tienen tanto efecto sobre los rendimientos, es muy útil mantener archivos sobre las normas pluviales en varias áreas de su trabajo. Los agricultores clientes más progresivos deberían mantener sus propios archivos.

El Cálculo de las lluvias: Los aguaceros que producen menos de 6 mm usualmente contribuyen poca humedad para el cultivo porque no penetran el suelo muy profundamente y se evaporan rápidamente. Por ejemplo, 5 mm de lluvia penetra sólo como 20 mm en suelos secos arcillosos y 40 mm en suelos secos y arenosos.

## Como Mejorar la Eficiencia del Uso de Agua

En los lugares de estaciones pluviales cortas, el uso de las variedades de maduración precoz es una práctica valiosa. Las fechas de las sembraduras se deben calcular para que los períodos más probables de carencia de agua no coincidan con las etapas críticas del crecimiento del cultivo, como la polinización. Un estudio en Kenya mostró una aminoración de 5-6 por ciento por cada día de demora de la siembra después del comienzo de las lluvias (en un área de estación corta). En los lugares que tienen estaciones pluviales de un largo adecuado,

pero con períodos de carencia de agua, algunos servicios de extensión recomiendan la sembradura de dos o más variedades con diferentes maduraciones para evitar el riesgo de una falla completa de los cultivos.

En colinas, las medidas de conservación del suelo, como los terraplenos, o los sistemas de zanjas y lomas definitivamente mejoran la retención de agua además de reducir la pérdida de tierras. El control de malezas ambos durante el cultivo y entre cultivos aminora el uso de agua. En las áreas semi-áridas como el Sahel, se debe evitar el arado profundo si el sub-suelo es húmedo. El uso de abonos aumenta la eficiencia del uso de agua porque fomenta sistemas radicales más profundas. A pesar de ésto, los cultivos no pueden utilizar tanto abono (especialmente el N) cuando el agua es un factor limitante.

Las poblaciones óptimas de plantas por lo general son más bajas en condiciones de poca lluvia y con la probabilidad de la carencia de agua.

La cobertura del suelo con una capa de 5.0-7.5 cm de residuos de cultivos puede aumentar los rendimientos significativamente en las áreas más secas.

#### Pautas para Mejorar la Eficiencia del Uso de Agua Bajo el Riego en Canales

Para evitar una carencia del riego, el suelo se debe pre-regar hasta el nivel potencial del desarrollo de las

raíces antes de la siembra del cultivo. La humedad guardada en el sub-suelo normalmente está protegida de las pérdidas por evaporación, con la excepción de los suelos que se rajan cuando se secan. Las pérdidas por la lixiviación son omisibles si la cantidad correcta de agua es aplicada, puesto que sólo el exceso de agua es colado hacia abajo por la fuerza de la gravedad - el resto es absorbido por los poros del suelo.

El riego frecuente y poco profundo se debe evitar porque aumenta las pérdidas por evaporación y limita la profundidad de las raíces. El riego superficial fomenta la colección de sales dañinas en climas secos, y el riego frecuente favorece el crecimiento de enfermedades fungóides y bacterianas. A pesar de ésto, el riego tiene que ser bastante frecuente en las primeras etapas del crecimiento del cultivo hasta que las plantas hayan podido bajar suficientes raíces.

## 6. El Control de Plagas y Enfermedades

### EL CONTROL DE MALEZAS

#### La Manera en que las Malezas Acortan los Rendimientos

Muchos ensayos en los Estados Unidos han mostrado pérdidas de rendimientos de maíz entre 41-86 por ciento cuando no se han controlado las malas hierbas. Un ensayo en Kenya rindió sólo 370 kg/ha de maíz sin control de malezas en comparación a 3000 kg/ha con campos limpios y cultivados. Un ensayo del CIAT con frijoles en Colombia resultó en un aminoramiento de producción de 83 por ciento por falta de control de malezas.

Es cierto que todos los agricultores cultivan los campos hasta cierto punto, pero la mayoría podrían aumentar los rendimientos significativamente si hicieran un trabajo más completo y más oportuno. Un ensayo de la Universidad de Illinois (University of Illinois, E.E.U.U.) mostró que sólo una planta del bleo rojo en cada metro de la hilera redujo los rendimientos del maíz por 440 kg/ha. Cuando las malas hierbas

tienen sólo unas pulgadas de tamaño, ya han afectado los rendimientos. Las malezas afectan a las plantas en varias formas:

- Hacen competencia con el cultivo por el agua, el sol, y los nutritivos.
- Amparan a los insectos, y algunas son hospedantes de enfermedades (especialmente las viruses).
- Las infestaciones grandes de malezas pueden interferir con la cosecha por máquina.
- Unas malas hierbas como la Estriga ("la grama del norte") son parásitos y causan que el cultivo se amarillente, se marchite, y pierda la fortaleza.

La habilidad competitiva relativa de los cultivos de referencia: Los cultivos que comienzan su crecimiento lentamente, como los cacahuets, el mijo, y el sorgo, no pueden hacer competencia con los hierbajos durante las primeras semanas del crecimiento. Los cultivos de crecimiento bajo como los cacahuets, las judías enanas, y las arvejas de vaca enanas, por otra parte, son bastante efectivas en la supresión del crecimiento de malezas cuando llegan a suficiente altura para sombrear los espacios entre hileras. A pesar de ésto, los hierbajos altos que no fueron controlados adecuadamente al principio pueden ganarse a estos cultivos "bajos" si se les permite continuar a crecer.

## Algunos Datos Importantes Sobre las Malas Hierbas

### Las malezas de hojas caducas contra las hierbas

Las malezas de hojas caducas tienen hojas anchas (grandes u ovaladas) con venas que forman un diseño como de plumas.

Los hierbajos (malezas de tipo de hierbas) son hierbas verdaderas y tienen hojas largas y estrechas con venas paralelas. Unas cuantas malezas como el coquito (cebolleta) no pertenecen a ninguna de estas categorías, sino que son juncias, todas las cuales tienen tallos triangulares. Algunos herbicidas químicos son más efectivos sobre las malezas de hojas caducas, mientras otros sirven mejor para controlar los hierbajos.

### La Manera en que las Malas Hierbas se Reproducen y se Riegan:

#### Las Plantas Anuales contra las Vivaces

Las malezas anuales viven sólo un año y se reproducen por medio de semillas; son las más comunes en la mayoría de los campos. En los trópicos, las anuales pueden vivir más de un año si hay suficientes lluvias. La mayor parte de las malezas anuales producen una gran cantidad de semillas, algunas de las cuales no germinan hasta años después. Cuando los suelos se mueven con una azada, una grada, o un escardadero para matar las malezas, una cosecha de ellas se destruye, pero aún más semillas de malas hierbas son movidas a la superficie donde pueden germinar.

Las malas hierbas anuales se deben controlar antes de que produzcan semillas. Aún así, la erradicación completa de las anuales no es posible porque la mayoría de los campos contienen millones de las semillas no-germinadas y el abastecimiento crece continuamente con más semillas introducidas por el viento, el agua, los animales, el estiércol, y las semillas contaminadas de los cultivos.

Las malezas vivaces viven más de dos años. La gran parte producen semillas, pero también se propagan por medio de tallos enredaderos encima del suelo (los estolones) y tallos enredaderos subterráneos (las rizomas). El azadonar o la cultivación mecánica puede ayudar a regarlos por todo el campo. Muchos herbicidas matan sólo el crecimiento sobre el suelo, y frecuentemente hay suficiente alimentos en las partes subterráneas para continuar la propagación.

#### Como Identificar Las Malas Hierbas

Cuando las malezas se están controlando con el azadonar o la cultivación mecánica, la identificación específica no es importante. Pero cuando se está usando el control químico el agricultor y el extensionista deberían tener una buena idea de cuales malezas específicas están presentes, puesto que los herbicidas no producen un efecto de amplio espectro. (Vea la bibliografía para fuentes de información adicional sobre la identificación de las malezas.)



El Bledo Rojo  
(Amaranthus retroflexus)  
 Un ejemplo de una maleza  
 anual de hojas caducas;  
 se reproduce por semilla.



La Cebolleta (Cyperus  
esculentus)

Un ejemplo de una mala hierba  
 de tipo juncia. Los tallos  
 principales de las juncias son  
 triangulares. Este tipo en  
 particular reproduce or  
 semilla y por "nueces"  
 subterráneas que brotan  
 plantas nuevas.



La hierba Bermuda, el zacate Bermuda  
(Cynodon dactylon)

Un ejemplo de una maleza vivaz tipo  
 hierba; la reproducción es por medio  
 de corredores al nivel del suelo que  
 se llaman estolones y también por  
 medio de semillas.

## Los Métodos del Control de Malezas

### La Quemadura

Cuando los terrenos son limpiados por quemadura, las malezas anuales son matadas junto con las semillas que están cerca de la superficie. En contraste, la quemadura no mata las semillas de las malezas o las partes reproductivas de las malezas vivaces si están más profundas que 4-5 cm. Además, como el matorral es juntado en cambas o amontonado antes de quemarlo, la gran parte del suelo no es afectado por el fuego. Algunas hierbas vivaces tropicales como el pasto Guinea (Panicum maximum) y la hierba torcida (Imperata cylindrica) efectivamente son estimuladas por el fuego a restablecer un crecimiento más denso. Por otra parte, las malezas pueden ser un problema menos grande bajo la agricultura migratoria porque el suelo no es arado y las semillas de las malas hierbas no son movidas al superficie.

### La cobertura orgánica

El cubrir del suelo con una capa de 5-10 cm de residuos de cultivos, malezas muertas, o hierba puede crear un control de malezas muy efectivo y proveer varios otros beneficios:

- o Se reduce la erosión en suelos inclinados .
- o La pérdida del agua del suelo por la evaporación y el desagüe es reducida.
- o En las áreas muy calientes, las temperaturas del suelo son rebajadas a un nivel más beneficioso al crecimiento de los cultivos.
- o La materia orgánica es añadida al suelo.

En los ensayos conducidos por el IIAT en Nigeria, el uso de coberturas aumentó los rendimientos del maíz por 23-45 por ciento y redujo la cantidad de mano de obra necesaria para la cultivación manual, lo cual forma el 50-70 por ciento de las horas requeridas para el cultivo del maíz en esa área.

#### El Sombreado (El Principio de los Cultivos en Hileras)

La siembra de los cultivos en hileras facilita el control manual de malezas, pero también hace posible la cultivación mecánica con equipos de tracción animal o de tractor. Además, las hileras permiten que el cultivo haga mejor competencia de sombra contra las malezas.

#### La Labranza con Azada y Machete

El control de malezas con enseres de mano es un método efectivo si hay suficiente mano de obra. Es común que los agricultores que usan este método se atrasen en esta labor y que los rendimientos sufran.

#### La Labranza con Equipo de Tracción Animal y Tractor

Las gradas de discos, las cultivadoras (escardaderas), y las gradas de dientes pueden proveer un control de malezas pre-siembra excelente. Las gradas de dientes también se pueden usar para controlar las malas hierbas sin daño al cultivo hasta que el cultivo llegue a una altura de 7.5-10 cm.

Las escardaderas de tracción animal y tractor se pueden usar desde que el cultivo tenga unos centímetros de

altura. Son más rápidas que el control manual, y un modelo de una-hilera de tracción animal puede cubrir 3-4 ha/diarios con facilidad, si las hileras no son muy estrechas. También se pueden ajustar para que tiren el suelo dentro de la hilera para cubrir y matar las pequeñas malezas. Sin embargo, si son operadas muy profundamente o muy cerca a la hilera, pueden podar las raíces (cortar las raíces de los cultivos entre las hileras).

### Los herbicidas

Los herbicidas pueden reducir la labor de los agricultores y permitir la cultivación de más terrenos. También evitan la podación de las raíces, la compactación (apisonamiento) del suelo, y la reducción de la población que es causada por los enseres de mano o los equipos mecánicos. En varios casos, los herbicidas como el atrazina han resultado competitivos con la mano de obra en la producción del maíz en los países en desarrollo. El IIAT está desarrollando métodos mejorados para el uso de las herbicidas por el pequeño agricultor como las formas granulares y las aspersoras de muy bajo volumen.

Los herbicidas tienen unas desventajas definitivas que se deben considerar en el caso de los pequeños agricultores:

- Son menos seguros que los enseres manuales o mecánicos y la mayoría requieren la aplicación cuidadosa y exacta. Esto lo pueden hacer los pequeños agricultores usando aspersoras de espalda, pero requiere un poco de entrenamiento.

- El control de malezas jamás es completo. La mayoría de los herbicidas no son de amplio espectro, y es importante analizar las especies locales antes de escoger un herbicida.
- La mayoría de los herbicidas aplicados al suelo requieren lluvias dentro de una semana de la aplicación para que se cuele el químico a la zona de la germinación de las semillas de las malezas. Otros necesitan invertirse dentro del suelo inmediatamente con un grada de discos o una fresadora agrícola.
- La aplicación incorrecta puede dañar el cultivo.
- Casi todos los herbicidas son interdictos para el uso con cultivos intercalados con los cereales y las leguminosas por el peligro de daños a los cultivos. Estos productos son específicos al cultivo tanto como específicos a la maleza.
- Sin el entrenamiento y las precauciones adecuados, los agricultores pueden arriesgar sus personas y el medio ambiente por las aplicaciones incorrectas o el manejo descuidado de estos químicos tóxicos.

Pautas para el Control No-Químico de Malezas en los Cultivos de Referencia

#### El Control de Malezas Antes de la Siembra

El control exitoso de las malas hierbas comienza con la siembra del cultivo en un semillero libre de malezas emergidas y no-emergidas. Esto quiere decir que cuando está sembrando en tierra labrada (y no bajo el sistema migratorio de cortar y quemar), el campo debe ser labrado en alguna forma, (por ejemplo, la aradura, el gradar, el azadonar, etc.) lo más cerca posible a la siembra. Esto le da a las plantas semilleras una "ventaja" sobre las malezas futuras que es especialmente importante bajo dos condiciones:

- Las plantas de crecimiento tardío como el sorgo, el mijo y el cacahuete: Estas son muy susceptibles a la competición de las malezas tempranas.

- La dependencia sobre la labranza mecánica llevada por animal o tractor: La única forma en que estas cultivadoras pueden controlar las malas hierbas es de tirarles tierra encima y cubrirlas. Para hacer esto hay que esperar hasta que el cultivo esté suficientemente alto (usualmente más de 5 cm) para que no quede igualmente cubierto. El problema es que a la hora en que se pueden usar estas máquinas las malas hierbas que estaban ya presentes o listas para emerger cuando se sembró pueden ya haber crecido suficientemente altas para escapar el cubierto.

El gradar frecuentemente antes de la siembra hace poco para reducir la población potencial de malezas y puede aumentar el apisonamiento del suelo y destruir el surco por apurar la pérdida de la materia orgánica.

#### Como Usar una Grada de Espigas (Grada de Dientes) Sobre las Plantas Semilleras Emergentes o Jóvenes

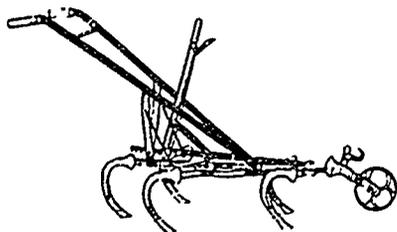
Si grandes números de malas hierbas emergen al mismo tiempo que el cultivo, y no hay suficiente mano de obra para una cultivación manual o la que hay es muy costosa, la mejor solución es una labranza de poca profundidad por toda la superficie (incluyendo las mismas hileras) con una grada de espigas (grada de dientes). Este método es mejor adaptado a los cultivos sembrados por lo menos a 40-50 cm de profundidad y se pueden usar a cualquier tiempo entre dos o tres días después de la siembra hasta que el cultivo llegue a 7.5-10 cm de altura.

Los cacahuets y los frijoles, con sus tallos quebradizos, tienen más tendencia a dañarse que el maíz y el sorgo, si no se toman las precauciones detalladas en lo siguiente. El mijo con frecuencia es sembrado a un nivel demasiado superficial para tolerar este método.

Las pautas para usar la grada de dientes para esta clase de labranza son:

- Las malas hierbas deben estar apenas emergiendo o todavía muy pequeñas.
- Si el suelo está muy húmedo y el tiempo nublado, el hierbajo puede ser transplantado en vez de matado.
- Se debe pasar la grada sólo a suficiente profundidad para descuajar las pequeñas plantas semilleras de las malas hierbas.
- Los frijoles y los cacahuetes se dañan más fácilmente cuando acaban de emerger y todavía tienen la curva (el doblado) en el tallo.
- La probabilidad de daños es menos si la grada se usa por las tardes cuando las plantas están menos turgentes (duras) y quebradizas.
- Hay que cuidar que el animal de carga o las ruedas del tractor no corran por encima de la hilera.

El uso de la grada de dientes una o dos veces en esta manera con frecuencia puede eliminar la necesidad de las labranzas futuras más difíciles. El uso de la grada de dientes antes de la emergencia de la planta también es útil para romper los suelos encrustados que pueden hacer la emergencia difícil. (Para más información sobre la grada de dientes, vea el manual del Cuerpo de Paz/Oficina para la Colección y el Intercambio de Información, Animal Traction.)



Una escardadera de tracción animal. El ancho se puede ajustar moviendo la parte superior

Guías para las Escardaderas de Tracción Animal y Tractor:

Las escardaderas de tracción animal son manufacturadas en modelos de una hilera que cuestan entre US\$100-\$200. Valen la inversión porque permiten la escardadura mucho más oportuna y más rápida que los enseres de mano. Una cultivadora de una hilera puede limpiar fácilmente 2-3 hectáreas diarias de los cultivos de hileras anchas como el maíz, el mijo, y el sorgo. Los modelos de tracción animal son disponibles como unidades de un uso o de múltiples-usos con enseres para arar, formar caballones y escardar.

Las escardaderas de tractor usualmente consisten de una barra para aperos de labranza al cual se añaden las hastas. Los equipos de dos hileras, cuatro hileras, seis hileras y ocho hileras son los más comunes. Es importante acordarse que estos equipos de hileras múltiples requieren el espaciamento uniforme de las hileras para evitar daños a los cultivos.

Las Palas y los Rastrillos de las Escardaderas: Ambos las escardaderas de tracción animal y las de tractor usan rastrillos y palas prendidas a las hastas para hacer el escardamiento. Las siguientes son unas consideraciones importantes:

- Las palas requieren una penetración más profunda del suelo para el control efectivo de malezas y tiran más tierra que la mayoría de los rastrillos. Esto quiere decir que en el caso del uso de tractores, las palas no se pueden usar ni tan cerca al cultivo ni tan rápido como los rastrillos.

- Los rastrillos son disponibles en anchos hasta 50 cm. Pero al agricultor le resulta mas beneficioso tener dos o más rastrillos menos anchos o una combinación de rastrillos y palas para cubrir un espacio entre-hileras. Esto permite el control de malezas más efectivo y más preciso de lo que es posible con sólo un rastrillo ancho. Los rastrillos anchos también son más susceptibles al quebramiento.

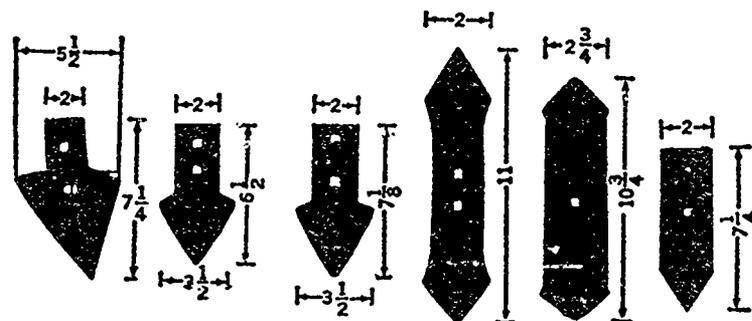
### Unas Guías Generales para el Control de Malezas con Escardaderas de Hileras

1. Una seña clara de la podación de las raíces es la acumulación de raíces en las hastas de la escardadera. Para evitar la podación seria de las raíces del sembrado, las palas y los rastrillos se deben usar lo menos profundo y lo más lejos de la hielra del cultivo que sea práctico. La profundidad y el espaciamento ideal varían con el tamaño del cultivo y el ancho de la hilera. Por ejemplo, cuando el maíz está de 20 cm de altura, se puede escardar hasta 10-15 cm de los tallos. Pero cuando el cultivo llega a 75 cm de altura, el escardamiento tan profundo podaría la mayoría del sistema radical. La profundidad máxima debe ser entre 5.0-7.5 cm en esta etapa del crecimiento. Los rastrillos se pueden usar a niveles más superficiales y a distancias más cerca a la hilera que las palas y hacen un buen escardamiento sin dañar las raíces.
2. Los rastrillos se deben ajustar para operar a lo plano con las puntas a un ángulo un poco hacia abajo. Cuando el punto está en el suelo, las puntas exteriores de las alas deben quedar 30-60 cm arriba del suelo.
3. Las malas hierbas se deben matar lo más pronto posible para evitar pérdidas en rendimientos y para permitir el control más efectivo, especialmente de las malezas dentro de la hilera.
4. Las aplicaciones laterales del nitrógeno se deberían hacer inmediatamente antes de la escardadura, así el abono puede ser introducido al suelo para prevenir las pérdidas por desagüe o por conversión al gas amoníaco (un problema con el urea).
5. El escardamiento es más efectivo cuando la superficie del suelo está seca; la tierra mojada ayuda a mantener vivas las malezas parcialmente descuajadas.

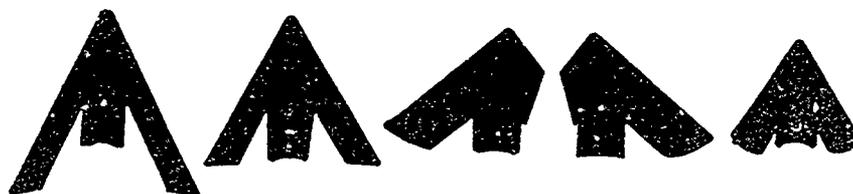


Una escardadera de tractor escardando frijoles. Este modelo es montado en el centro, lo cual le permite al agricultor ver la operación del escardamiento sin tornarse. Note las dos hastas exteriores en la barra posterior que ayudan a desmoronizar el suelo apisonado por las llantas del tractor.

6. La escardadera debe estar ajustada para que tire suficiente tierra dentro de la hilera de la siembra para cubrir las malezas pequeñas sin cubrir el cultivo. **NO TIRE TIERRA DENTRO DE LAS HILERAS DE LOS CACAHUETES** (vea la página 347).
7. El escardamiento innecesario puede dañar el cultivo. El fin del escardamiento es el control de las malas hierbas, aunque a veces sirve para romper la encrustación del suelo que interfiere con la absorción de agua. El escardamiento excesivo lastima las plantas y las raíces, es una pérdida de tiempo y trabajo, y aumenta el apisonamiento (compactación) del suelo y las pérdidas del humus o mantillo.



Diferentes tipos de palas de escardadera; note que algunas tienen puntos de dos caras.



Diferentes clases de rastrillos. Vienen de varios anchos. La altura de la corona del rastrillo determina cuanto tierra tira. Los medio-rastrillos se usan al lado del cultivo para ayudar a evitar daños.

#### Guías para el Escardamiento de los Cultivos de Referencia

EL MAIZ Y EL SORGO: En muchas regiones, estos dos cultivos con frecuencia son "aporcados" durante los escardamientos sucesivos para proveer mejor drenaje y ayudar a evitar el vuelco.

LOS FRIJOLES: El tirar de tierra dentro de la hilera del sembrado no sólo controla las pequeñas malezas y provee mejor drenaje (bueno para el control de las podriciones de las raíces), sino que también fomenta el crecimiento de raíces

secundarias. Esto es especialmente beneficioso en casos en donde el sistema radical principal ha sido dañado por las pudriciones. No escarde los frijoles mientras las hojas están mojadas puesto que ésto aumenta las enfermedades foliares como los añublos y el antracnosis.

LOS CACAHUETES: No se debe tirar tierra dentro de la hilera del cultivo, especialmente cuando las plantas están jóvenes. Esta práctica daña los tallos y entierra algunas de las ramas, lo cual aumenta la susceptibilidad de la planta al añublo sureño (Sclerotium rolfsii) y también interfiere con el desarrollo normal de las ramas. Si el control temprano de malezas es adecuado, no habrá necesidad de tirar tierra dentro de la hilera más tarde en la estación.

La cultivación "en plano" evita la echada de tierra en el surco. El secreto de la cultivación en plano es el control temprano para prevenir que las malezas en la hilera se apoderen. La mayoría de los agricultores en los E.E.U.U. usan los herbicidas para el control inicial durante las primeras seis a ocho semanas. Si usa las escardaderas de tractor, el agricultor debe usar rastrillos de "alta-velocidad" que tienen una corona baja y no tiran tanta tierra. Los rastrillos anchos permiten que las hastas de la escardadera queden a gran distancia de la hilera puesto que éstas también tiran gran cantidad de tierra.

El escardamiento se debe parar cuando las espigas comienzan a alargarse, alrededor de ocho semanas después de la emergencia de la planta. La escardadura durante esta etapa puede dañar las espigas y ayudar a diseminar el virus de rosetas, un problema serio en Africa. En esta etapa las plántulas deben tener suficiente tamaño para competir con las malezas.

#### Una Nota Special sobre la Estriga

La estriga ("grama del norte") es una maleza anual parásita que invade las raíces de las plantas de la familia gramínea (el sorgo, el maíz, el mijo) y puede causar pérdidas serias. Hay varias especies en Africa, India, Asia Sureste, Australia, y el sureste de los E.E.U.U. En Africa Occidental, las variedades mejoradas del sorgo a veces son fuertemente atacadas. Las variedades mejoradas del maíz son un poco menos susceptibles pero las variedades locales tienen mejor resistencia. La variedad Gero del mijo usualmente escapa los daños puesto que es cosechada durante la estación pluvial cuando las semillas de la estriga están latentes. Los mijos de tipo Maiwa, que maduran más tarde son más susceptibles al ataque por la estriga.

Las semillas de la estriga son estimuladas a germinar por la humedad y los jugos de la planta (las excreciones de las raíces) de los tubérculos o de las gramíneas hospedantes y emergen a la superficie dentro de uno o dos meses. La floración ocurre tres o cuatro semanas más tarde, y las semillas maduran dentro de 30 días adicionales. Una sola planta puede producir medio millón de semillas las cuales son

diseminadas fácilmente por el viento, el agua, y las herramientas. Los cultivos con frecuencia son dañados antes de la emergencia de la maleza, y los ataques severos causan el achaparramiento, el amarillamiento y la marchitez.

#### Recomendaciones para el Control de la Estriga

- La escardadura manual provee un control parcial; algunos herbicidas dan buen control, y se ha desarrollado un producto foliar que se puede aplicar con una pistola de agua barata.
- La alta fertilidad ayuda a las plantas a resistir los ataques, y los criadores de plantas están investigando la resistencia de las variedades.
- Se debería hacer un esfuerzo para prevenir el movimiento de las semillas de la estriga de los campos infestados a los limpios.
- Todos los cultivos se deben mantener libres de hierbajos que son hospedantes para la estriga.
- Se deberían cultivar sembrados de "entrapamiento" de cereales o hierbas para estimular la germinación de la estriga la cual luego es enterrada antes de que las plantas hayan producido semillas.

#### Pautas para el Uso de Herbicidas en los Cultivos de Referencia

En algunas partes del tercer mundo, hay una escasez crítica de mano de obra al tiempo de la escardadura. Los herbicidas pueden ser económicos para los pequeños agricultores bajo estas condiciones. En Centroamérica, el uso de herbicidas por el pequeño agricultor se ha vuelto común en varios distritos. El control químico de malezas es una práctica del manejo sofisticada, aunque la mayoría de los

agricultores que están usando las herbicidas necesitan más entrenamiento sobre los métodos correctos de aplicación.

### La Manera en que los Herbicidas Matan a las Malezas

Algunos herbicidas como el Glyfosato matan las malezas sólo si son pulverizados sobre las hojas. Otros como la Simazina no sirven para controlar las malezas ya emergidas, pero tienen que ser aplicadas al mismo suelo donde las malezas absorben el químico por las raíces mientras germinan. Algunos herbicidas como el Atrazine son efectivos con ambos métodos.

### Como Escoger los Herbicidas

Para escoger un herbicida apropiado hay que considerar los tipos de malezas que están presentes y la tolerancia del sembrado a los químicos.

La Selectividad Contra Malezas: Algunos herbicidas controlan las malezas de tipo de hierbas con mejor eficacia, otros son más efectivos para controlar las malezas anuales que las vivaces. Es importante acordarse que los herbicidas individuales jamás proveen un espectro amplio de control de malezas y que hay que tomar en cuenta las especies específicas antes de considerar un producto para el control.

La Tolerancia del Cultivo: Cada cultivo puede tolerar ciertos herbicidas, pero al mismo tiempo sufrir daños severos o morir bajo el efecto de otros. Por ejemplo el Atrazine mata la mayoría de los hierbajos anuales y las malezas de hojas caducas (de hojas anchas) de los cultivos de maíz, sorgo, y mijo sin lastimar el cultivo. El herbicida 2,4-D también se puede

rociar directamente sobre el maíz, el sorgo, el mijo y otros cultivos de la familia gramínea para controlar las malezas caducas sin dañar los cultivos (sí ocurren daños cuando se aplican en demasiado cantidad o a la etapa incorrecta del crecimiento). Por otra parte, el Glyfosato no muestra selectividad y mata todas las plantas con que tiene contacto.

### La Terminología Importante Sobre los Herbicidas

Los herbicidas de contacto matan sólo las partes de la planta que reciben el contacto directo de la aspersion. Hay muy poca translocación (movimiento) a otras partes de la planta. Los herbicidas de contacto pueden ser de tipo selectivo o no-selectivo. El Glyfosato es un herbicida de contacto no-selectivo que mata el crecimiento foliar de todas las malezas y siembras. El Propanil es un herbicida de contacto selectivo que controla muchas malas hierbas y malezas caducas en el arroz sin daños al cultivo (se puede pulverizar sobre las plantas del arroz).

Los herbicidas sistemáticos (sistémicos) son absorbidos por medio de las hojas (menos por medio de las raíces) y son translocados por toda la planta. Los sistemáticos son especialmente útiles para matar las malezas vivaces, aunque se pueden necesitar varias aplicaciones. Muchos otros herbicidas como el Atrazine tiene un modo de actuar parcialmente sistemático.

## El Cálculo y el Método de Aplicación de los Herbicidas

La etiqueta del herbicida particular indica alguno de los tres modos de aplicación que se pueden usar:

- Pre-siembra: Antes de que el cultivo es sembrado. La mayoría de los herbicidas de pre-siembra necesitan ser trabajados dentro de la capa superior del suelo a 2.5-10 cm con una grada de discos o una fresadora agrícola.
- Pre-emergencia: Después de la siembra del cultivo, pero antes de que las plántulas o las malezas hayan emergido.
- Postemergencia: Después de emergencia del cultivo y las malezas, usualmente antes de que las malezas lleguen a una altura de 2.5-5.0 cm.

Las aplicaciones por esparcimiento son regadas por todo el campo. Las aplicaciones en banda son colocadas en una tira o banda estrecha (entre 30-40 cm de ancho) en el centro de la hilera del cultivo. Este método le ahorra dinero al agricultor porque usa menos herbicida, pero requiere la escardadura del área entre hileras donde el herbicida no es aplicado.

### Una Descripción de la Dosificación de los Herbicidas

Las recomendaciones para la dosificación normalmente se dan en términos de libras/acre o kg/ha del ingrediente activo<sup>1</sup> lo cual refiere al químico de 100 por ciento de pureza. Sin embargo, cada herbicida con frecuencia es disponible en varias formas (por ejemplo, polvos para emulsión, líquidos, o granulados) que varían en su concentración. Es la responsabilidad del agricultor o el extensionista de determinar

<sup>1</sup> Para algunos herbicidas el porcentaje de ingrediente activo se expresa como el "equivalente de ácido".

la cantidad del producto específico que se necesita para satisfacer la recomendación de la dosis. Esto es semejante al cálculo de requerimientos de abonos. Por ejemplo, se necesita 3.75 kg/ha de Gesaprim en forma de polvo de emulsión de 80 por ciento para suplir 3 kg de ingrediente activo por hectárea (80 por ciento  $x=3$  kg.  $x=3.75$  kg.)

### La Seguridad de los Herbicidas

Afortunadamente, la mayoría de los herbicidas son relativamente seguros, pero hay unas excepciones:

- El Paraquat tiene una toxicidad oral sumamente alta, y aún una cantidad pequeña y diluída puede ser fatal. El Paraquat es inactivado por la arcilla o el carbón activo, los cuales se deben administrar por boca (mezclado con agua) si ocurre la ingestión.
- Los dinitrophenoles (DNBP, Dinoseb, Basanite) tienen una alta toxicidad oral y también muestran una absorbencia dérmica (se pueden absorber por la piel).
- Defectos de nacimiento causados por los herbicidas de tipo 2, 4-D se han asociado con fallas en el proceso manufacturero que producen dioxinas (sustancias que raramente están presentes bajo los procesos manufactureros actuales).

Por estas razones, no se recomienda que estos herbicidas se usen sin instrucciones anteriores sobre el manejo explicadas por un profesional capacitado.

Las mismas pautas generales de la sección B. sobre los insecticidas son aplicables a los herbicidas. Con la excepción de los herbicidas mencionados aquí, casi todos son de Clase 4 en su toxicidad relativa (los menos peligrosos).

## Los Factores que Afectan la Eficacia de los Herbicidas

- La selección del producto: El producto tiene que ser apropiado al cultivo y a las especies de malezas.
- La materia orgánica y el contenido de arcilla del suelo: Las tasas de la mayoría de los herbicidas de aplicación terrestre dependen mucho sobre el contenido de arcilla y de materia orgánica del suelo. La cantidad de herbicida que se necesita sube en relación al contenido de arcilla y materia orgánica. Algunos herbicidas de aplicación directa al cultivo pueden causar daños a las plantas bajo condiciones de suelos arenosos.
- La lluvia: La mayoría de herbicidas de pre-emergencia requieren lluvias moderadas dentro de unos días después de la aplicación para mover el químico a la zona de la germinación de las semillas de las malezas. Sin el efecto de las lluvias se necesita introducir el químico dentro del suelo con una labranza poco profunda.
- El tamaño de la semilla: Las aplicaciones de tipo post-emergencia de muchos herbicidas no matan las malezas más altas que 2.5 cm, pero otros controlan las malezas más grandes.
- La precisión de la aplicación: La gran parte de los herbicidas necesitan aplicarse en dosificaciones bastante precisas. Esto requiere la calibración del pulverizador para determinar la cantidad de agua que se necesita para cubrir el campo y la cantidad del herbicida que debe ser añadida a cada tanque. Cuando está pulverizando en las áreas pequeñas, el agricultor puede usar una cucharada por galón o un cc por litro, pero esto es la excepción. La aplicación debería ser uniforme para evitar el daño a los cultivos o la sobrevivencia de grupos de malezas.

## Pautas Generales para la Aplicación de los Herbicidas

- **LEA Y COMPRENDA LA ETIQUETA!**
- No pulverize en los días ventosos. El esparcimiento del químico o sus vapores pueden dañar otros cultivos vecinos que son susceptibles.

- Evite la pulverización cuando la temperatura se sube a más de 32°. Las temperaturas altas aumentan la volatilidad (vaporización) y también pueden reducir la efectividad del herbicida.
- Cuando esté usando las fórmulas en polvo emulsificable, asegúrese de agitar el tanque del pulverizador para mantener el polvo en suspensión durante la aplicación.
- Nunca use un herbicida sobre un cultivo para el cual no ha sido recomendado.
- No quemé los envases de los herbicidas. La acción fumigativa puede causar daños a los cultivos susceptibles.

#### El Remanente de los Herbicidas

Algunos herbicidas demoran mucho en descomponerse en el suelo y pueden dañar los cultivos sucesivos. Es probable que los residuos causen problemas con esos cultivos para los cuales el producto no es recomendado. Afortunadamente, los residuos son menos problemáticos en los trópicos donde las temperaturas altas favorecen la descomposición más rápida de los químicos.

Los residuos del Atrazina demoran entre dos y ocho meses antes de desaparecer, y la mayoría de los cultivos de hojas caducas pueden ser dañados si son sembrados dentro de este período. Los herbicidas Simazina, Diurón, y Difenamid pueden quedar dentro del suelo aún más largo. La gran parte de los otros herbicidas demoran entre unas semanas y dos meses. La etiqueta debe indicar el tiempo residual.

## La Aplicación de Herbicidas con un Pulverizador de Mochila

Unos pocos herbicidas no requieren una dosis muy grande y se pueden aplicar fácilmente con aspersoras de espalda. Sin embargo, la gran parte de los herbicidas requieren un nivel de precisión que es difícil de lograr con estos pulverizadores sin precauciones detalladas.

Para evitar la aplicación de demasiado herbicida, lo cual pierde dinero y puede lastimar el cultivo, o de muy poco, lo cual hace que la pulverización sea inefectiva, es necesario calibrar la aspersora (vea el Apéndice K).

Una vez que haya calibrado la aspersora, el agricultor tiene que mantener la misma presión constante y el mismo ritmo en caminar que se use en el proceso de la calibración.

La selección de las boquillas es importante. Las boquillas de abanico (vea la página 314) se deben usar para hacer aplicaciones de pre-emergencia y post-emergencia al suelo y a las malezas pequeñas. Las boquillas cónicas son mejores para pulverizar las malezas más grandes, porque ofrecen una cobertura más completa que los de abanico cuando se usan sobre el follaje. No se deben usar para las aplicaciones esparcidas terrestres sobre las malezas pequeñas porque las direcciones circulares no se recubren (cruzan) adecuadamente. Si dos o más boquillas de cono son montadas sobre un aguilón de pulverización, las direcciones recubridas del rocío se retuercen. El volumen de agua de 250-300 l/ha es adecuado mientras las malezas son pequeñas y es una aplicación de sólo la superficie del suelo.

Las malezas más grandes requieren hasta 500-600 l/ha cuando se necesita una cobertura uniforme. La aspersora se debe agitar periódicamente para mantener los polvos en emulsión.

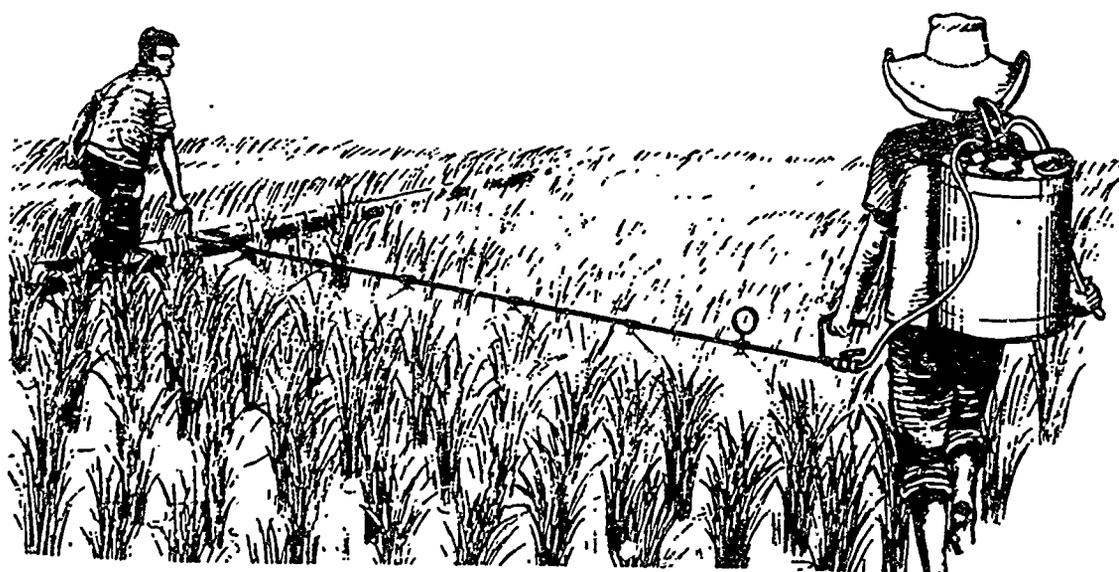
### Los Mejoramientos en los Pulverizadores Manuales

- Los pulverizadores manuales de poco-volumen: Hay un modelo manual muy efectivo que usa pilas de linterna desarrollado por el IIAT. Se llama el aplicador de gotas controladas y está diseñado específicamente para la aplicación de herbicidas. Su boquilla especial produce gotas muy finas que permiten la cobertura adecuada con sólo 20 litros de agua por hectárea. Una boquilla cubre un área de un metro, lo cual permite que se pulverice una hectárea dentro de ocho horas manteniendo una velocidad de 0.5 metros/segundo. Esto es un adelanto sobre las aspersoras de espalda en términos de los requerimientos de volumen de agua y de tiempo. El aplicador de gotas controladas es muy ligero y contiene sólo 2.5 litros de emulsión pulverizadora. La calibración también está simplificada, porque la pulverización es constante y sólo hay que considerar la rapidez del caminado. Este pulverizador de aplicación en gotas controladas actualmente es manufacturado por dos compañías:
- El "HERBIE" por Micron Sprayers Ltd., Bromyard, Herefordshire, ENGLAND HR7 4HU. Este modelo usa ocho pilas (sirven para cinco hectáreas de pulverización).
- El modelo "HANDY" por Ciba-Geigy AG, CH 4000, Basle 7, SWITZERLAND. Usa cinco baterías de lintel.

El precio del aplicador de gotas controlados es la media parte del aplicador de mochila (espalda). Sin embargo, el de gotas no es adaptable para la aplicación de la mayoría de los insecticidas y fungicidas.

Un aguilón pulverizador para las esparsoras de mochila: Para reducir los requerimientos de mano de obra para la pulverización por máquina de espaldas, un brazo simple y efectivo puede ser construído para que dos a cinco boquillas de pulverización se usen juntas. Si sólo se usan dos

boquillas, se puede usar extensiones "T" que son disponibles comercialmente para muchos de los modelos. Los brazos o aguilones más grandes se pueden construir colocando las boquillas a lo largo de un tubo de poco diámetro y conectándolas con mangueras de plástico de alta-presión. Si las boquillas de abanico con un ángulo de rocío de 80 grados se usan y se colocan a 50 cm de distancia sobre el brazo, se puede lograr una cobertura uniforme si el aguilón se lleva a una altura de 50 cm. (Esto provee entre tres y cuatro dedos de cruzado entre las direcciones de las pulverizaciones. Como se ve en la ilustración siguiente, estos aguilones grandes son muy difíciles para ser usados por un sólo hombre.



Un enser de aguilón para los pulverizadores de espalda (gracias al IRRI). Entre 4-6 boquillas se pueden usar para la aplicación de poco volumen y con muchos herbicidas de pre- y post-emergencia.

La Aplicación de los Herbicidas con los Aguilones de  
Pulverización de Tractor

Los aguilones pulverizadores de tractor pueden cubrir hasta seis u ocho hileras a la vez y tienen las boquillas espaciadas a cada 40-50 cm. Se pueden usar en las pequeñas explotaciones agrícolas como parte de un esfuerzo cooperativo. Aquí siguen unas pautas:

1. Presiones de pulverización bajas (30/40 libras/pulgada cuadrada) es la recomendación corriente para los herbicidas. Las presiones más altas disminuyen el tamaño de las gotas, retuercen la dirección del rocío, y causan el acarreo.
2. Para la selección de boquillas siga las pautas enumeradas en la sección sobre pulverizadores de espalda. Los puntos de latón, aluminio, y plástico son los más baratos. Por otra parte, con el uso de los polvos para emulsiones se desgastan mucho más rápido que los puntos de metales más duros .
3. Si la descarga por boquilla es muy baja, cambie a un tamaño más grande, o conduzca menos rápido. El aumento de presión no es la mejor manera de aumentar el volumen de la aspersion. La presión se tendría que aumentar cuatro veces para doblar la producción.
4. Cuando está esparciendo los herbicidas sobre el suelo o las malezas muy pequeñas, la altura del brazo pulverizador (aguilón) se debe ajustar para dar entre tres y cuatro dedos de sobreposición entre las direcciones del rocío. Las boquillas de abanico son disponibles con diferentes ángulos de pulverización como 65°, 73°, y 80°. Cuando el ángulo es más ancho, el aguilón puede operar más cerca al suelo y rendir el cruzado necesario. Esto es una gran ventaja durante los días de viento.
5. No se debe usar boquillas de diferentes tamaños o ángulos en el mismo aguilón.
6. Los cuadros de rendimiento y calibración del fabricante no son seguros. La descarga de la boquilla puede ser afectada significativamente por el desgaste, y los marcadores de presión y los taquímetros de los tractores varían en precisión.

7. Las formulaciones de polvos emulsificables necesitan agitación constante para quedar en suspensión. Los agitadores mecánicos o hidráulicos son muy necesarios para los pulverizadores de tractor.
8. El tractor tiene que ser conducido a una velocidad constante durante la pulverización para que no se afecte la descarga. Una fluctuación de sólo 1-2 km/hora puede aumentar o disminuir la dosis por un tercio.
9. La velocidad del tractor tiene que ser ajustada según las condiciones del terreno. El movimiento excesivo del aguilón causa una cobertura desigual. El tractor no debería ser conducido a más de 8 km/hora.
10. Es muy importante guardar que no se tapen las boquillas durante la operación de la pulverización.

#### LOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA LOS CULTIVOS DE REFERENCIA

El número de herbicidas disponibles para usar sobre los cultivos de referencias y las pautas para la aplicación son demasiados para ser discutidos adecuadamente en este manual. Es mejor depender de las recomendaciones locales basadas sobre ensayos de campo. Hay varias fuentes enumeradas en la bibliografía que proveen pautas generales para la selección y la dosificación de los herbicidas.

#### EL CONTROL DE INSECTOS

##### Algunos Datos Importantes Sobre los Insectos

Los insectos frecuentemente se pueden identificar por el tipo de daño que causan:

- Los insectos roedores y perforadores

Las crugas (lepidópteros) son la larva de las polillas. Dañan las plantas dejando huecos en las hojas y comiéndoselas o perforando los tallos, las vainas, y las mazorcas de maíz. Los trozadores son diferentes porque viven dentro del suelo y emergen por la noche para separar la raíz del tallo al nivel del suelo.

Los escarabajos (crisomélidos) se alimentan de las hojas de las plantas y dejan huecos en ellas. Algunos escarabajos de la familia gorgojo perforan las vainas y las semillas para depositar los huevos adentro. Ciertos crisomélidos también pueden transmitir enfermedades bacterianas y virales.

Las larvas de los escarabajos como el gusano manteco, la doradilla (o gusano de alambre), y los crisomélidos viven en el suelo y dañan las raíces y las partes subterráneas de los tallos por roer o perforar.

● Los insectos chupadores

Los áfidos o pulgones, la cicádela (lorito verde o saltahojas), los chinches, los "insectos arlequin", las moscas blancas, y los ácaros (arañitas) tienen partes mandíbles perforadoras y chupadoras y se alimentan de la savia de las hojas, las vainas y los tallos. Son transmisores de varias enfermedades de las plantas, especialmente de los virus. Los insectos chupadores no hacen huecos en las hojas, pero con frecuencia causan el amarillamiento, el torcimiento y la marchitez de las hojas.

Los Ciclos de Vida de los Insectos

Una comprensión general de los ciclos de vida de los insectos es útil para identificar los problemas de los insectos en el campo. Los escarabajos y las polillas pasan por una metamorfosis (cambio de forma) completa que consiste de cuatro etapas, mientras los áfidos, la cicádela (lorito verde o saltahojas), moscas blancas, y otros insectos chupadores sólo pasan por tres etapas.

La etapa o forma adulta)

LA POLILLA  
(NO HACE DAÑO)



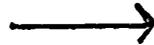
EL HUEVO

LA CRUGA  
(Normalmente se alimenta de las hojas  
  
(La etapa adulta)



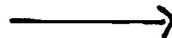
LA PUPA  
(La etapa latente o durmiente; Se desarrolla en una polilla.)

EL ESCARABAJO  
(Come las hojas y las vainas)



EL HUEVO

LA LARVA  
(Los gusanos, los gusanos de alambre, los crisomélidos, etc. Se comen las raíces de las plantas)



LA PUPA  
(La etapa durmiente; se desarrolla en un escarabajo.)

(La etapa adulta)  
LOS AFIDOS LOS SALTAHOJAS, (CICADELA), LOS CHINCHES, LAS MOSCAS BLANCAS, OTROS INSECTOS CHUPADORES

EL HUEVO



LA NINFA  
(Se parece a un adulto en miniatura; en esta etapa también chupa la savia.)

Como Identificar los Insectos y Los Daños que Ocasianan

SEA OBSERVADOR! El resolver de problemas requiere mucha práctica, y un ojo alerta es esencial. Cuando camina por el campo,

examine las plantas por señas de insectos o síntomas de daños. Examine ambos lados de las hojas porque muchos insectos prefieren el revez de las hojas. Un lente de aumento puede ser una ayuda.

La Identificación de los Daños por Insectos: muchas veces es posible identificar el insecto por medio de la clase de daño que causa.

- Huecos en las hojas: Causados por las crugas, los escarabajos, los grillos, los caracoles y las babosas. (Los caracoles y las babosas no son insectos pero atacan el follaje de las plantas.)
- El marchitamiento: Normalmente causado por las plagas del suelo como el gusano manteco y el gusano de alambre (la doradilla). Si el daño a las raíces o las perforaciones de la porción soterraña del tallo han sido serios puede ser a causa de los barrenadores del tallo. Acuérdesse que el marchitamiento puede ser causado por otros factores como: el suelo seco, las temperaturas muy altas, las pudriciones de los tallos, los marchitamientos bacterianos o virales, y los nematodos.

Para determinar si los insectos son la causa del marchitamiento, desentierre las plantas afectadas. Inspeccione el sistema radical y la porción subterránea del tallo para las señas de daños por insecto y por enfermedad, y también busque los insectos del suelo. Abra el tallo a lo largo con una cuchilla y registre las huellas de los insectos perforadores o los tejidos podridos.

- La doblada, el torcimiento, o el amarillamiento de las hojas: Causado por los insectos chupadores, especialmente los áfidos, el saltahoja, y los ácaros. Los virus y algunas deficiencias de nutrimentos también pueden producir estos síntomas. Los nematodos y el drenaje inadecuado también causan el amarillamiento.

La identificación de los Insectos: Colabore con los extensionistas que tienen experiencia local y pídale que le muestren las plagas prevalentes (y los insectos de

rapiña beneficiosos) del sitio del trabajo. Busque los guías locales sobre los insectos del país o de la región como los boletines del servicio de extensión. Las publicaciones enumeradas en la bibliografía también son muy útiles.

## LAS PLAGAS PRINCIPALES DE LOS CULTIVOS DE REFERENCIA

Esta lista no es completa pero indica las plagas más comunes de los cultivos de referencia. Los nombres científicos completos o parciales (sólo el genus) se dan en paréntesis. Las medidas del control más específicas se detallan al final de la sección sobre los insectos. Las plagas de los granos almacenados, algunas de las cuales atacan a los cultivos antes de la cosecha se examinan en el Capítulo 7.

### Las Plagas Mayores del Maíz

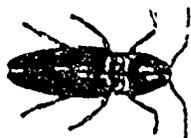
#### Las Plagas del Suelo

El gusano manteco (Phyllophaga, otros): Son larva blanca y gorda de seis patas, hasta 25 mm de largo, con cabeza parda. Muchos son la larva de los escarabajos mojoyoy, chizas, y mayates y atacan las raíces del maíz y otros cultivos de la familia gramínea, a veces causando daños serios. Es especialmente común cuando el maíz es sembrado en terreno de pasto recientemente arrazado. A veces ataca las leguminosas. La etapa larval dura entre uno y tres años.

Las Crisomélidas (Diabrotica, otros): Son larva pequeña y delgadas blancas con cabezas pardas, midiendo hasta 20 mm.

Atacan las raíces y a veces se horadan dentro de la porción subterránea del tallo, mientras los escarabajos adultos comen los hilachos y atacan otros cultivos. Las plantas afectadas desarrollan una apariencia "cuello de ganso" por el vuelco causado por el daño radical. Diez o más larva por planta o una descoloración del 50 por ciento del sistema radical indica un problema serio.

El Gusano de Alambre o la Doradilla (Elateridae): La larva es brillante, de color pardo, y dura, y de 1.5 - 3.5 mm de largo, con seis patas. Las larvas de las doradillas atacan las semillas germinantes y las partes soterrañas de las plantas. La etapa larval dura entre dos y seis años.



La larva del gusano de alambre (Elateridae) (derecha) y el adulto (izquierda)

La mosca de la semilla (Hylemya) A - Larva madura; B - adulto; C - Semilla en germinación dañada

Los trozadores (Agrotis, Feltia, Spodoptera):

Estas son crugas (lepidóteros) que varían en color de un verde vivo a negro. La mayoría son gordos y se doblan cuando se

alarman. Atacan las plántulas y separan la raíz del tallo al nivel del suelo, pero algunos se alimentan de las hojas. La mayoría se quedan dentro del suelo durante el día y emergen de noche para realizar sus ataques.

El barrenador del tallo o el coralillo (Elasmopalpus:) Son crugas de color verde claro con rayas desteñidas y bandas distintivas de color café. Son más comunes en Latinoamérica. Las larvas jóvenes primero comen las hojas y después perforan el tallo a 2-5 cm arriba del nivel del suelo. Cada larva horada un túnel compuesto de partículas de tierra y sedas que corre desde el suelo al hueco en el tallo. Puede también atacar el sistema radical. La etapa larval dura como tres semanas y la pupación ocurre dentro del suelo en un capullo de seda.

La mosca de la semilla (Hylemya): Las larvas son de un gris amarillento y son de 6-7 mm de largo con una parte trasera obtusa y una cabeza en punta. Atacan a las semillas germinantes, a veces comiéndose el grano entero.

#### Los Comedores del Follaje del Maíz y Los Perforadores

La lagarta militar (Spodoptera frugiperda): la larva tiene un color café con una marca de "Y" invertida en la cabeza y crecen a 40 mm. Es una de las plagas más serias y más prevalentes en las tierras tropicales bajas. Las crugas son la larva de polillas nocturnas que ponen huevos en grupos de 100 o más sobre las hojas. Los huevos están cubiertos por una capa de pelos y escamas y empollan dentro de dos a seis días en las temperaturas calientes. La larva es canibalista y se atacan una a la otra

hasta que queden sólo unas cuantas. Entonces entran en la vaina foliar y comen las hojas nacientes, pero también pueden dañar el ápice o punto de crecimiento de las plantas mayores. La larva a veces horada túneles dentro de las plantas mayores. La etapa larval dura entre tres y cuatro semanas y la etapa pupal sólo 10 días, en forma de que la planta del maíz puede ser atacada por varias generaciones de la plaga. El daño es fácil de reconocer por la apariencia andrajosa de las hojas y la gran cantidad del excremento de apariencia de aserradura que se encuentra alrededor de la vaina foliar. La población de las lagartas puede ser reducida por enfermedades y por otros insectos de rapiño. Los insecticidas líquidos o granulados se pueden aplicar a la vaina foliar y son efectivos. Se deberían aplicar antes de que la larva llegue al tamaño de 16-18 mm.

El Helotero (Bellotero) (Heliothis zea): Es una cruga de rayas amarillas, pardas o verdes. La polilla deposita los huevos individualmente sobre los hilachos del maíz. Los huevos son blancos, redondos y más pequeños que el punto al final de esta frase, pero se pueden ver con un lente de aumento. Empollan dentro de tres a siete días, y las larvas se alimentan de los hilachos y los granos tiernos colocados cerca del punto de la mazorca. Los heloteris pocas veces interfieren con la polinización, puesto que la mayoría de los hilachos son polinizados el primer día que emergen de la

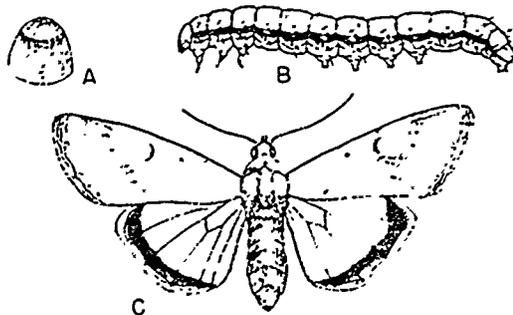
mazorca. Los huevos a veces son puestos sobre las hojas de las plantas más jóvenes, y en ese caso la larva progresa a alimentarse de la vaina foliar igual al caso de la lagarta militar. Los daños a la mazorca raramente son suficientemente serios para justificar el uso de los insecticidas, los cuales tendrían que ser aplicados a los hilachos, que viene siendo un proceso muy largo. Las variedades del maíz que tienen unas perfolias largas y estrechas tienen buena resistencia al helotero (bellotero).



El adulto del saltahoja (Cicadulina, Dalbulus

Unas crugas misceláneas que se alimentan de las hojas

(la "lagarta militar de rayas amarillas", la "lagarta militar verdadera", el falso medidor, etc.) Estos a veces requieren pulverizaciones de insecticidas foliares.



El Helotero (*Heliothis zea*) A - Huevo; B - Larva madura; C - Adulto

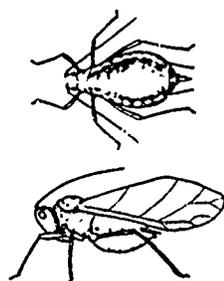
"El Barrenador Sureño del Tallo" (Diatraea), y el "Barrenador del Maíz del Suroeste" (Zeadiatraea): Estos dos tipos son prevalentes en las tierras bajas de Latinoamérica. La mayoría de la larva son de 25 mm cuando están maduras y son blancas con manchas oscuras. Ponen los huevos en hileras recubiertas de 10-12 mm sobre las hojas cerca de las venas centrales. Los huevos empoilan dentro de tres a seis días, y la larva joven pasa dos o tres días alimentándose de las hojas, dejando huecos circulares, antes de perforar el tallo. La etapa larval dura varias semanas, y la pupación ocurre dentro del tallo. El control es sólo parcialmente exitoso y requiere la pulverización de las plantas durante el período corto antes del nacimiento de la larva dentro del tallo, o el uso de insecticidas sistemáticos, algunos de los cuales son muy tóxicos.

Los Barrenadores del Tallo (Busseola, Sesamia, Eldana, Chilo): Son muy comunes en Africa y partes de Asia y pueden causar pérdidas serias. Los Busseola y Sesamia prefieren las plantas jóvenes y pueden matarlas por daños al punto de crecimiento. Los cuatro tipos pueden atacar las mazorcas de las plantas mayores además de los tallos. Las polillas Busseola se aparean poco después de emerger de la etapa pupal y depositan los huevos en grupos de 30-100 sobre la hoja interior cerca de la vaina foliar. La larva se alimentan de la vaina foliar y horadan túneles dentro de la plántula.

Los insecticidas sistemáticos aplicados al suelo o sobre la vaina foliar dan control mediocre o bueno. La erradicación de los hierbajos que sirven de hospederos para los barrenadores ayuda a reducir el número de plagas.

Las saltahojas o chicharritas (Cicadulina, Dalbulus): Las saltahojas o chicharritas son pequeños insectos de un verde claro, con forma triangular (de cuña) que tienen partes mandibles perforadoras-chupadoras. La Cicadulina transmite el virus rayado del maíz en Africa, y el Dalbulus trasmite el virus del achaparramiento en Centroamérica. Ambas enfermedades pueden causar pérdidas serias. La aplicación de insecticidas es efectiva.

Los Grillos: Estos causan pérdidas serias en partes de Africa. Las pulverizaciones foliares y los cebos son efectivos si la infestación no es severa.



Los áfidos, sin alas y con alas  
(USDA), Departamento de Agricultura,  
E.E.U.U.

El Afido o Pulgón del Maíz (Rhopalosiphum): Los áfidos son pequeños insectos de cuerpos suaves, de color verde o verde-azul que chupan la savia de las plantas y segregan una sustancia dulce (la ligamaza) sobre la cual crece un hongo negro.

Pueden achaparrar y deformar las borlas, causando la polinización inadecuada. El tratamiento se debe considerar si el 50 por ciento de las plantas están infestadas con áfidos y el 10-15 por ciento tienen infestaciones grandes. Los insecticidas sistemáticos dan control de largo plazo.

#### Insectos Comunes de Granos Almacenados

El Gorgojo del Maíz (*Sitophilus zeamais*), El Gorgojo del Arroz (*S. oryzae*), y el Gorgojo Granero (*S. granarius*): Todos tienen hocicos largos y tienen cuerpos de de 8.3 mm de largo. Sólo los gorgojos del maíz y del arroz pueden volar e infestar los cultivos en el campo. Las hembras viven varios meses y ponen entre 200-400 huevos, perforando huecos en el grano y poniendo los huevos adentro. Las larvas blancas sin patas se alimentan del interior del grano, se desarrollan en pupas, y emergen en forma de gorgojo. Las tres especies son más comunes en las regiones húmedas que en las secas.

La Polilla del Grano "Angoumis" (*Sitotroga cerealella*): Es una polilla pequeña de color de crema o de café con alas de 12.7 mm que es con frecuencia la plaga mayor de granos almacenados en regiones secas. Las polillas adultas tienen un borde negro en el punto de cada ala delantera. Pueden infestar el grano ambos en el campo y en el almacén, pero sólo pueden penetrar la capa superior de 4 pulgadas del grano trillado y almacenado. El maíz almacenado en mazorcas puede ser completamente infestado. Cada hembra pone entre

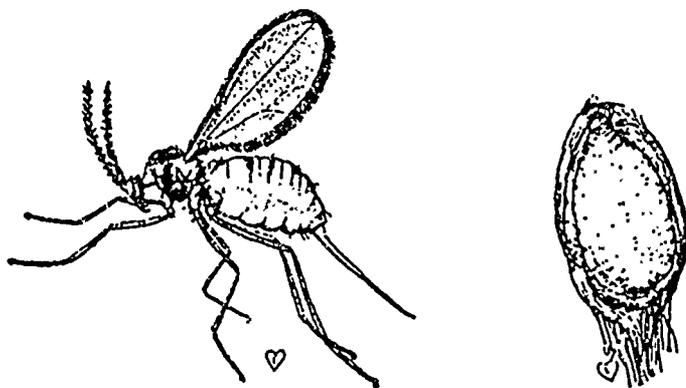
40-400 huevos en la superficie del grano, y las larvas pequeñas perforan el grano para alimentarse. La pupación ocurre dentro del grano, y las polillas adultas emergen a comenzar un ciclo nuevo. Las polillas adultas no se alimentan del grano. Al contrario de la mayoría de otros casos de plagas de granos almacenados, la polilla "Angoumis" (Sitotroga cerealella) sí se puede controlar con una pulverización o un espolvoreo sobre la capa superior del grano trillado y almacenado con un insecticida aprobado como el malatión o la piretrina.

#### Las Plagas Mayores del Sorgo

El sorgo es atacado por muchos de los mismos insectos que atacan el maíz, pero hay dos otros que también pueden causar daños serios.

El Acaro del Sorgo (Contarinia sorghigola): Es una mosca pequeña anaranjada de 2 mm. Este es la plaga del sorgo de más importancia mundial. El adulto vive sólo un día y pone sus huevos sobre las panojas del sorgo durante la floración. Las larvas empollan en dos o cuatro días y pasan 9-11 días alimentándose de los jugos de las semillas en desarrollo, perjudicando el desarrollo de éstas. La etapa pupal dura entre dos y seis días y el ciclo de vida completo es 15-20 días. Algunas variedades locales del sorgo muestran buena resistencia a este insecto. Las panojas pueden ser pulverizadas con un

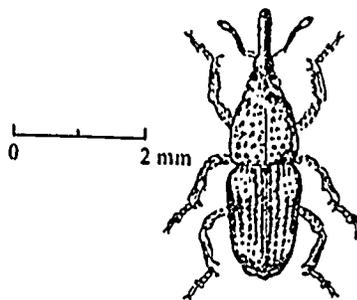
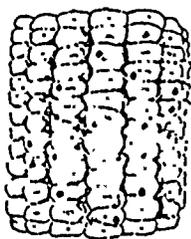
insecticida de tres a cinco días después que emergen. El sorgo no se debe sembrar cerca del sorgo joven o la hierba Johnson, y las panojas de la última cosecha se deben limpiar de los campos. En las áreas de temperaturas más frescas, la larva empupan en un capullo de seda, pero también pueden hacerlo en condiciones calientes y secas. En estos casos el enterramiento de los residuos a veces ayuda a controlar la plaga.



El Acaro del Sorgo (*Contarinia sorghicola*)  
La hembra y la larva en el capullo



maíz dañado



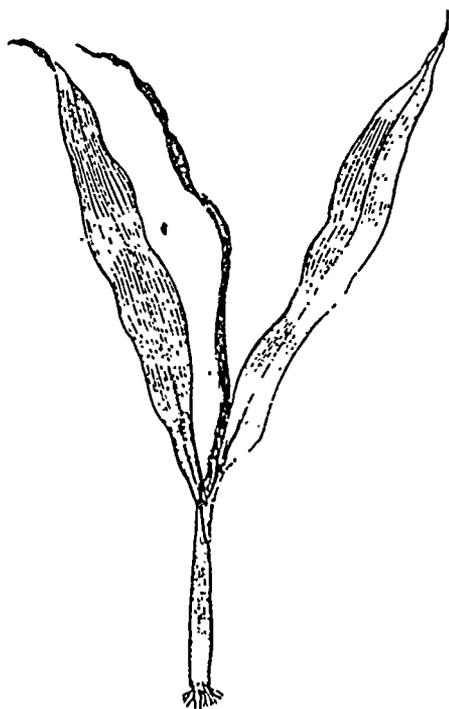
El Gorgojo del Maíz (Sitophilus zeamais). El Gorgojo del Arroz (S. orizae) es idéntico en apariencia.

parte de una mazorca dañada.

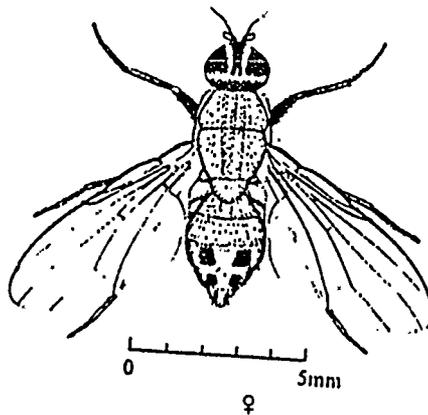
La Mosca del Sorgo (Atherigona soccata): Una plaga mayor en Africa y Asia. Los adultos se parecen a las moscas comunes y ponen los huevos sobre las hojas de las plantas jóvenes. Las larvas bajan a la vaina foliar y entonces perforan el tallo, con frecuencia matando el punto de crecimiento. La hoja más joven entonces se pone oscura y se marchita--esta condición se llama corazón muerto. Algunas variedades del sorgo muestran resistencia a la mosca del sorgo. Los insecticidas aplicados a la vaina foliar no son tan efectivos como las aplicaciones terrestres de pre-emergencia de insecticidas sistemáticos.

## Las Plagas del Mijo

El mijo es atacado por muchos de los mismos insectos que atacan el sorgo, incluyendo la mosca del sorgo (*Atherigona soccata*) y el barrenador del tallo, pero los daños usualmente son menos serios. El ácaro del grano de mijo (*Geromyia penniseti*) es común en la región sabana de Africa. Una cruga (*Masalia spp.*) ha aumentado su población en la sabana del norte y el Sahel durante los años '70 y puede causar daños serios a las panojas.



Una planta dañada por la mosca del sorgo.



La mosca del sorgo  
(*Atherigona soccata*);  
mosca adulta.

## Las Plagas del Cacahuete

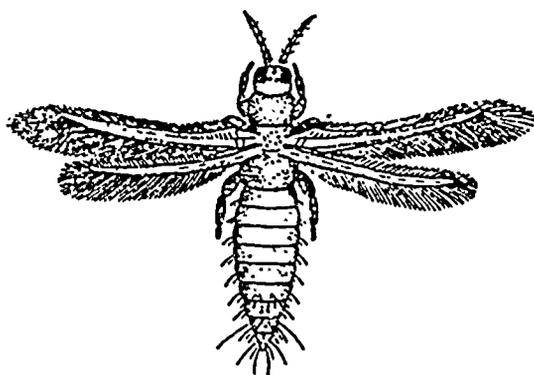
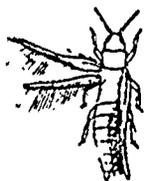
El gusano manteca, los gusanos de alambre, y las crisomélidas atacan las raíces del cacahuete, y las dos últimas también atacan las vainas.

Las termitas pueden hacer daños severos a las vainas, pero el daño por lo general es esparcido. Los métodos efectivos para controlar las termitas o moscas blancas son el tratamiento de la semilla de la siembra con un insecticida, la destrucción de los nidos con el clordano u otro insecticida, o la aplicación esparcida o en bandas a lo largo de la hilera.

El coralillo o barrenador del tallo puede perforar los tallos y las vainas. En Senegal, hay como una dozana de tipos de Ciempiés que dañan las vainas. Cualquier daño a la vaina aumenta la probabilidad de la formación de las aflatoxinas (un tóxico dañino y carcinógeno producido por el hongo Aspergillus; vea la sección sobre las enfermedades).

Trips: Estos insectos pequeños (1 mm) de color variante de amarillo a negro tienen dos pares de alas frágiles que están bordadas con pelos al borde anterior. Los trips inmaduros, (ninfas) son de color amarillo claro a anaranjado y más pequeños que los adultos. Cuando se alarman saltan. Pueden causar problemas serios puesto que se alimentan de los capullos o las hojitas dobladas. Tienen partes mandibles

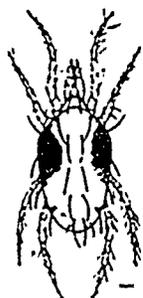
raspadoras-chupadoras que pueden causar cicatrices y distorciones en las hojas en desarrollo. Los trips también pueden diseminar el virus del marchitamiento clorótico.



Los trips de las flores, (*Frankliniella tritici*)

Las saltahojas: Pueden ser otra plaga mayor. Los adultos son de 3 mm de largo, de un verde pálido, y de forma triangular. Las saltahojas inmaduras, (las ninfas) son similares en apariencia a los adultos, pero más pequeñas y sin alas. Ambas etapas tienen partes mandibles perforadoras-chupadoras. La primera señal de los daños causados por las saltahojas son las formaciones amarillas en "V" a las puntas de las hojas, y los casos severos pueden causar el achaparramiento y la caída de las hojas.

Las arañitas o los ácaros (Tetranychus y otras especies): Son comunes bajo condiciones calientes y secas. Son insectos chupadores, y el daño puede aparecer en forma de puntos transluscentes sobre las hojas. Algunos insecticidas no controlan las arañitas (ácaros), mientras el Keltano sirve sólo para éstos.



Un ácaro (Tetranychus)  
(Universidad de Arizona)

Los Helotereros o Belloteros (Heliothis spp.) las lagartas militares (Spodopter, Pseudaetia), y otras crugas se alimentan de las hojas. Los "escarabajos de ampolla" (Epicauta spp.) son de colores brillantes con bandas alternantes de negro y rojo o amarillo y se alimentan de las flores. Los áfidos a veces atacan los cacahuetes. Una especie (Aphis croccivora) disemina el virus de la roseta, un problema serio en Africa.

Los cacahuetes son muy susceptibles a ser atacados por las plagas de cultivos almacenados . El gorgojo del cacahuete (Caryedon spp.) es una plaga seria en Africa

Occidental. Este gorgojo pone huevos sobre las vainas después que el cultivo ha sido cosechado, y las larvas horadan túneles dentro de las vainas y los granos.

### Las Plagas del Frijol

La información siguiente está basada sobre las investigaciones del CIAT, Centro Internacional para la Agricultura Tropical sobre las plagas mayores del frijol común (Phaseolus vulgaris) en Latinoamérica.

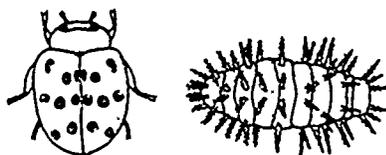
#### Los insectos de la etapa semillera

Los trozadores y los gusanos manteca pueden cortar los tallos de las plántulas. Los gusanos manteca sólo forman un problema serio cuando los frijoles se siembran en tierra de pasto. El coralillo puede perforar el tallo poco debajo del nivel del suelo y moverse hacia arriba y matar la planta. El baldío limpio por períodos largos o la inundación ayudan a controlar estos barrenadores tanto como los insecticidas granulados aplicados cerca de la hilera de semillas durante la siembra.

#### Los insectos que se alimentan de las hojas

Muchas especies de escarabajos, como el "escarabajo del pepino" (*Diabrotica balteata*), el "escarabajo de la hoja del frijol" (*Cerotoma*), la altisa (*Epitrix*), y la conchuela (*Epilachna*) atacan las hojas del frijol. El daño más serio es

causado durante la etapa semillera cuando los insectos pueden desfoliar la planta más fácilmente, o durante la floración. Ambos la larva y los adultos de la conchuela atacan las hojas. La larva de los otros escarabajos se alimentan principalmente de las raíces de los frijoles, el maíz, y ciertas malezas.



La Conchuela (Epilachna)  
Adulto y larva

Las crugas normalmente no causan daños económicos a las hojas del frijol. El gusano fósforo o cabezón (Urbanus o Eudamus), el gusano peludo (Estigmene) y (Hedylepta son los más comunes.

#### Los Insectos Chupadores

La especie de saltahojas Empoasca Kraemeri es la plaga más seria del frijol en Latinoamérica y también se encuentra en otras regiones. No transmite virus (algunas otras especies de saltahojas sí son transmisores) pero causa el achaparramiento, amarillamiento y torcimiento severo de las hojas. Los trabajos de la CIAT han mostrado que los rendimientos son reducidos por el seis por ciento por cada

saltahojas presente por hoja. Los huevos empollan dentro de ocho a nueve días y las ninfas se alimentan de las plantas por ocho a once días antes de madurar en la forma adulta. La etapa adulta dura como 60 días y es la más dañina. Los frijoles cultivados con el maíz son menos afectados que los cultivos puros. La cobertura del suelo reduce las poblaciones de saltahojas. Los problemas con las saltahojas generalmente son más severos en condiciones calientes y secas.

Hay varias especies de áfidos que atacan los frijoles, aunque sus ataques causan poco daño directo, pueden transmitir el mosaico común del frijol.

Varias especies de ácaros atacan al frijol. La arañita roja o ácaro rajado se encuentra en el envés de las hojas y las infestaciones grandes le dan una coloración parda. El ácaro blanco o ácaro tropical es muy pequeño y no es visible sin un lente de aumento pero causa que las hojas se enrollen hacia arriba. Los ácaros raramente ocasionan problemas serios excepto durante las estaciones secas.

La mosca blanca (Bemisia spp.) normalmente no causa daños físicos pero transmite los virus del mosaico dorado y del mosaico clorótico del frijol. Frecuentemente son controlados por sus enemigos naturales, y la mayoría de los insecticidas ofrecen un control efectivo.

#### Los Barrenadores de las Vainas

El picudo de la vaina (Apion godmani) es un problema serio en Centroamérica. Los adultos son negros y de 3 mm de

longitud y se alimentan de las flores y las vainas sin causar muchos daños. Sin embargo, la hembra abre un hueco pequeño en las vainas tiernas y allí coloca un huevo. La larva se alimenta del interior de la vaina y las semillas en formación. La larva empupa en las vainas, y los adultos emergen cuando las vainas están listas para la cosecha. Las especies de frijoles varían en su resistencia a este insecto. Varios insecticidas ofrecen buen control si son aplicados una semana después de la iniciación de la floración y de nuevo en siete días. La aplicación del Carbofurán durante la siembra da un control excelente.

El gorgojo común del frijol (Acanthoscelides obtectus) y el gorgojo pintado (Zabrotes subfasciatus) son gorgojos de 2.5 mm de longitud sin hocicos y son las plagas principales de los frijoles almacenados. A. obtectus (el gorgojo común) predomina en las áreas más frescas, mientras Z. subfasciatus (el gorgojo pintado) prefiere las regiones más calientes. Los ciclos de vida de los dos tipos son muy similares, comenzando con la oviposición de los huevos entre las semillas almacenadas o dentro de rajaduras de las vainas en el campo. Las larvas horandan túneles dentro de la semilla para alimentarse. La etapa adulta del gorgojo es corta, y los adultos no se alimentan mucho. Los dos tipos de gorgojos pueden estar presentes al principio, pero A. obtectus es el mejor competidor en las temperaturas más bajas y predomina bajo

esas condiciones. Se calcula que estos gorgojos ocasionan pérdidas de granos almacenados hasta el 35 por ciento en México y América Central.

Las babosas ocasionalmente causan daños foliares serios y son activas principalmente de noche o durante los días húmedos y nublados. Los daños son mas prevalentes a los bordes de los campos pero a veces ocurren hacia el centro. La limpieza del campo para remover los hierbajos y los residuos de las plantas ayuda en el control, pero los cebos son los métodos más efectivos del control. Las huellas de babaza sobre las hojas indica la presencia de las babosas.

#### Las Plagas de las Arvejas de Vaca

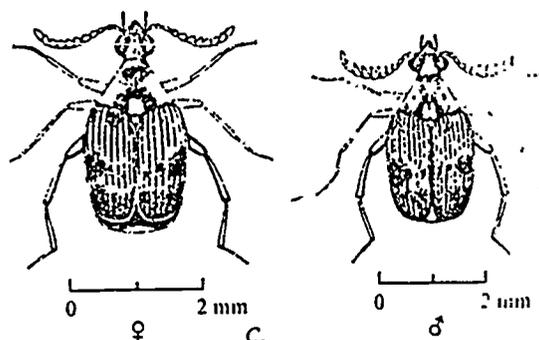
La especie de lepidóptero Maruca testulalis es la peste principal de la arveja de vaca en la región sabana de Africa. Ataca las flores, las vainas, y las hojas, ocasionando pérdidas en rendimientos hasta el 70-80 por ciento.

Los insectos "Coreid" (los insectos de la planta) son insectos chupadores más grandes que se alimentan de las vainas verdes hasta que se marchiten y se sequen prematuras.

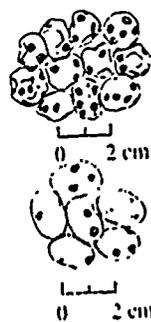
Los cucarroncitos de las hojas Oothea mutabilis pueden causar rendimientos reducidos cuando las plantas inmaduras tienen infestaciones altas. También diseminan el mosaico amarillo.

El trip de las hojas (Megalurothrips sjostedti) es una plaga mayor de la arveja de vaca en Africa tropical. Los trips tienen partes mandibles chupadoras-raspadoras y son muy pequeños (1 mm o menos).

Los gorgojos de la arveja de vaca (Callosobruchus spp) infestan las arvejas de vaca ambos en el campo y almacenados. Los adultos pueden volar hasta un kilómetro y por lo general infestan los cultivos cerca de los almacenes grandes. Los adultos de 2.5 mm depositan los huevos sobre las vainas o las semillas, y la larva perfora el grano.

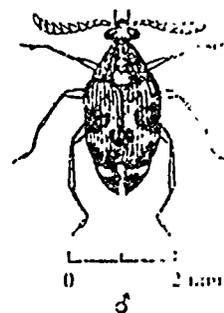


C. Chinesis



Maíz dañado

Frijoles Dañados



C. Maculatus

El IIAT en Nigeria calcula que la tercera parte del cultivo de la arveja de vaca en Africa es destruido por los gorgojos de la arveja de vaca (Callosobruchus spp).

## LOS METODOS DE CONTROL DE INSECTOS

### Los Métodos No-Químicos

Muchos controles naturales actúan para mantener un balance en las poblaciones de insectos:

- Los factores ambientales como la temperatura y la lluvia pueden restringir la distribución de las especies de insectos. Por ejemplo, los ácaros por lo general son más prevalentes bajo condiciones secas.
- Las barreras geográficas como los grandes cuerpos de agua, las cordilleras, y los desiertos también pueden limitar la distribución de insectos.
- Las ranas, los sapos, las lagartillas, los topos, y los pájaros son algunos de los muchos enemigos naturales de los insectos.
- Los insectos enemigos beneficiosos como las mariquitas se alimentan de los áfidos mientras otros como la avispa Braconidae o la mosca Tachina ponen sus huevos sobre o dentro de ciertos insectos, causando que las larvas en desarrollo maten al insecto hospedero. Algunos insectos rapaces como la rezadora también se comen los insectos beneficiosos.

Los insectos también son atacados por los virus, los hongos, y las bacterias, los cuales contribuyen al control de las poblaciones.

Con el aumento de actividades agrícolas, muchos de estos balances naturales se han desequilibrado y ya no son medidas seguras de controlar los insectos dañinos. La monocultura y la existencia de áreas extensas cultivadas han causado un aumento en el número de plagas. El uso promiscuo de los pesticidas ha resultado en un aumento en insectos dañinos en algunos casos. Muchas de las variedades

tradicionales de los cultivos, a pesar de su productividad menor, tienen mejor resistencia a los insectos que algunas de las variedades mejoradas.

### El Control Biológico

El control biológico es la introducción calculada de enemigos naturales, parásitos o enfermedades para combatir una especie de insectos nocivos. Como 120 diferentes insectos han sido controlados parcialmente o completamente por este método en varias partes del mundo. Los insecticidas microbiales como el Bacillus thuringiensis (efectivo contra unas clases de crugas) actualmente son usados comunmente por agricultores y jardineros en muchas áreas. Desafortunadamente, las medidas de control biológico que existen actualmente son efectivas sobre una porción muy pequeña de las especies de insectos nocivos.

### Los Controles Culturales

Los controles culturales como la rotación de cultivos, los cultivos intercalados, el enterramiento de residuos, el cálculo del calendario de cultivos para evitar ciertos insectos, y el control de malezas y hierbas locales que son hospederos de insectos son ejemplos de métodos efectivos para el control de ciertos insectos. Aún así, los controles culturales necesitan ser suplementados por otros métodos.

## Las Resistencias de las Variedades

Las variedades de los cultivos varían considerablemente en su resistencia a ciertos insectos. Por ejemplo, las variedades del maíz con perfollos largas y estrechas muestran una buena resistencia a los heloterios (belloterios) y a los gorgojos. Los investigadores del CIAT han encontrado que algunas variedades quedan relativamente inafectados por los daños de las saltahojas durante la estación pluvial, mientras otras sufren pérdidas en rendimientos hasta el 40 por ciento. Los ensayos para resistencia a los insectos es una parte importante de los programas de crianza de cultivos.

## Los Controles "Orgánicos"

El control "orgánico" se refiere a todos los métodos no-químicos en general. Estos incluyen la aplicación de pulverizaciones caseras "naturales" hechas del ajo, la pimienta, las cebollas, el jabón, la sal, etc., y el uso de materiales como la cerveza para matar las babosas, y las cenizas para matar los trozadores y otros insectos. Algunos de estos métodos "alternativos" varían entre un poco y bastante efectivos sobre las áreas pequeñas o donde las poblaciones de insectos son relativamente bajas. Pocas veces son practicables en los campos más grandes, especialmente bajo condiciones tropicales que favorecen el crecimiento de las plagas.

## El Control Químico

El control químico se refiere al uso de insecticidas comerciales en la forma de pulverizaciones, polvos, granulados, cebos, fumigantes, y tratamientos de semillas. Mientras algunos de estos insecticidas como la rotenona y la piretrina son de derivación natural, la mayoría son compuestos sintéticos que han sido desarrollados por las investigaciones.

### Las Ventajas de los Insecticidas

- Actúan rápidamente
- Son el único método de control práctico después que la población de insectos llega al umbral económico de daños a un cultivo comercial.
- Son disponibles con una variedad de propiedades, efectividades sobre especies, y métodos de aplicación.
- Son relativamente baratos, y con el uso apropiado producen \$4.00 - \$5.00 por cada \$1.00 invertido.

### Las Desventajas de los Insecticidas

- La resistencia de los insectos a los pesticidas: Esto es un problema creciente. Por el año 1961, 60-70 especies habían desarrollado resistencia contra ciertos productos, y el número había crecido a 200 en la primera mitad de los años '70.
- Infestaciones de las plagas secundarias: Pocos insecticidas matan todo tipo de insecto, y algunos productos en realidad promueven el aumento de ciertos insectos. Por ejemplo, el uso continuo del Sevin (Carbaryl) en el mismo campo puede aumentar los problemas con algunos tipos de áfidos que no controla bien.
- Daños a otros insectos no escogidos: Estos incluyen los enemigos naturales beneficiosos como las abejas y los animales silvestres.

- Los peligros de los residuos: Algunos compuestos de hidrocarburos de cloruro como DDT, Aldrina, Endrina, Dieldrina, y Heptacloro son altamente persistentes en el medio ambiente y pueden acumular en los tejidos carnosos de los animales silvestres, el ganado, y el ser humano. Muchos otros insecticidas se descomponen en compuestos inocuos con bastante rapidez.
- La toxicidad inmediata: Algunos insecticidas son sumamente tóxicos al ser humano en las más mínimas cantidades. De nuevo, es importante realizar que los insecticidas varían mucho en su nivel de toxicidad.

### El Estado Actual del Uso de Insecticidas en los Cultivos de Referencia

En hoy día y por el futuro inmediato, el uso de insecticidas es con frecuencia una parte esencial de cualquier conjunto de prácticas mejoradas para los cultivos de referencia. Por esta razón, todos los extensionistas deberían aprender los principios básicos del uso seguro y efectivo de los insecticidas. Algunos extensionistas pueden estar personalmente opuestos al uso de estos químicos, pero es un hecho que los agricultores por todo el tercer mundo los están usando, con frecuencia en maneras peligrosas y promiscuas por falta de entrenamiento adecuado. La mayoría de los países en desarrollo tienen pocas (o ninguna) regulaciones y restricciones sobre los productos dañinos al medio ambiente como la Aldrina o los altamente tóxicos como el Paratión. Las incidencias de envenamiento humano o daños ambientales se pueden reducir significativamente con el entrenamiento de los agricultores en la selección de productos apropiados y el uso cuidadoso.

## El Control Integrado de Plagas

Las desventajas de la dependencia total sobre los insecticidas ha creado el sistema integrado de control de plagas o el manejo de plagas el cual requiere el uso cuidadoso de estos químicos basados sobre los siguientes guías y principios:

- El desarrollo y el uso de los métodos culturales y otros sistemas no-químicos para evitar o reducir los problemas de los insectos.
- El cálculo de la tolerancia del cultivo a los daños por insectos fundado sobre el principio que jamás es necesario tener un cultivo completamente libre de insectos para producir altos rendimientos. Casi todas las plantas pueden tolerar una cantidad asombrosa de pérdida foliar antes de que los rendimientos sean seriamente afectados.
- El cálculo y la frecuencia apropiados de los tratamientos para reemplazar las pulverizaciones rutinarias preventivas. Los tratamientos no se comienzan antes de que el insecto particular haya llegado al umbral económico de daños, el cual varía bastante según la especie. La inspección en búsqueda de los insectos para averiguar las clases relacionadas y su número, densidad y población es una parte esencial de este sistema.

El comienzo del sistema de control integrado de plagas se fija en el principio de los años '70, y la mayoría de los esfuerzos se han dirigido hacia el algodón donde los insecticidas frecuentemente forman el 80 por ciento de los costos de producción totales. Se han logrado unos éxitos notables con otros cultivos también. Para los cultivos de

referencia, el control de plagas integrado todavía se encuentra en una etapa temprana, especialmente en los países en desarrollo.

## COMO USAR LOS INSECTICIDAS SIN PELIGRO

Las guías de seguridad, los datos sobre la toxicidad, y las medidas de primeros auxilios se detallan en el Apéndice J, al cual se debe referir antes de manejar los insecticidas.

## UNOS DATOS IMPORTANTES SOBRE LOS INSECTICIDAS

### La Terminología de los Insecticidas

Pesticida: Un término general que se refiere a los químicos que controlan los insectos del cultivo, los ácaros, las malezas, las enfermedades, los nematodos, y los ratones.

Acaricida (agente contra la polilla): Un pesticida que mata los ácaros. Los ácaros son de la familia de arañas y no todos los pesticidas los matan. Algunos pesticidas como el Keltano controlan sólo los ácaros, mientras otros como el Diazinon y el Malatión matan a los ácaros y a otros insectos.

Nematocida: Un pesticida que mata a los nematodos. Unos cuantos pesticidas como el carbofurán y el Mocap también controlan a los nematodos, pero la mayoría no tienen efecto. Algunos nematocidas como el Nemagon controlan sólo los nematodos, mientras otros como VAPAM, Basamid, y el metil bromuro son esterilizantes generales del suelo que matan a los insectos, las malezas, los hongos, y también las bacterias.

### Los Insecticidas Sistemáticos contra los No-Sistemáticos

Casi todos los insecticidas modernos son venenos de contacto que matan a los insectos por absorción dentro del cuerpo. Los venenos de contacto son venenos estomacales si son

comidos por los insectos. La mayoría de los insecticidas son no-sistemáticos y no son absorbidos por la planta. Los insecticidas sistemáticos son absorbidos a la savia de la planta y la mayoría son translocados por toda la planta. La gran parte de los insecticidas sistemáticos como Metasystox, Dimetoato (Rogor, Perfección), y Lannate son pulverizados sobre el follaje de las plantas. Otros como el carbofurán, el Timeto, y el Di-Sistón, son aplicados al suelo en bandas a lo largo de la hilera del cultivo, donde son absorbidos por las raíces de las plantas y transferidas a los tallos y las hojas. Algunos de los sistemáticos de aplicación terrestre también controlan ciertas plagas del suelo.

Hay que considerar varios aspectos para escoger entre los insecticidas sistemáticos y los no-sistemáticos:

- Los insecticidas sistemáticos son especialmente efectivos contra los insectos chupadores como los áfidos, las saltahojas, los chinches, y los trips puesto que éstos se alimentan de la savia de las plantas. Sin embargo, muchos de los insecticidas de contacto no-sistemático también controlan a los insectos chupadores adecuadamente.
- La mayoría de los sistemáticos son menos efectivos contra los lepidópteros y los crisomélidos, pero pueden dar buen control de algunos de los barrenadores del tallo.
- Los sistemáticos de aplicación foliar pueden quedarse en la planta hasta tres semanas. Los sistemáticos de aplicación terrestre pueden proveer control por hasta seis semanas. Sin embargo, esto también indica que no se deben aplicar tan cerca a la fecha de la cosecha para que no causen problemas de residuos.
- La mayor parte de los sistemáticos no hacen daño a los insectos beneficiosos.

- Los insecticidas sistemáticos de aplicación foliar no son descompuestos por la luz del sol o lavados por las lluvias como los no-sistemáticos.
- Porque son transferidos, los sistemáticos no requieren la aspersion de cobertura uniforme cuando son aplicados a las hojas. El crecimiento nuevo que ocurre después de la aplicación también queda protegido.
- Algunos insecticidas sistemáticos como Timet, Di-syston, y Systox son de toxicidad alta oral y dérmica. Sin embargo, lo mismo ocurre con algunos de los no-sistemáticos como el Paratión y la Endrina. (Vea el Apéndice J.)

### Los Tipos de Formulaciones de Pesticidas

La mayoría de los insecticidas son disponibles en varios tipos de formulaciones:

- POLVOS PARA EMULSIONES ("PE"), POLVOS SOLUBLES ("PS"): Estos varían en concentración entre 25-95 por ciento de ingrediente activo y son formulados para ser diluidos con agua y aplicados con un pulverizador. Por ejemplo, Sevin 50 W es un polvo para emulsiones que contiene el 50 por ciento de carbaryl puro por peso. Una vez mezclados con agua, los polvos para emulsiones requieren agitación periódica (agitarlos o removerlos para que no se separen). Los polvos solubles ("PS") son completamente solubles y no requieren la agitación.
- LAS CONCENTRACIONES EMULSIONABLES ("CE" o "E"): Estas son formulaciones líquidas de alta concentración. Como los polvos para emulsiones, las CE están diseñadas para ser diluidas con agua y aplicadas con un pulverizador. Contienen entre 20-75 por ciento de ingrediente activo. En los países que usan libras y galones de medidas una etiqueta que indica "Malatión 5 E" se refiere a una formulación líquida de malatión que contiene 5 libras de ingrediente activo por galón. Donde se usan litros y gramos, las CE están marcadas en términos de gramos de ingrediente activo por litro. Por ejemplo, el Tamarón 600 es una formulación líquida de Tamarón que contiene 600 gramos de ingrediente activo por litro.
- POLVOS ("P"): Al contrario de los polvos para emulsiones ("PE") y las concentraciones

emulsionables ("CE"), los polvos son formulaciones de poca concentración (1-5 por ciento de ingrediente activo) y son formuladas para aplicaciones sin dilución con un espolvoreador. Los polvos usualmente son más caros que los PE o los CE a causa del costo más alto de transporte por unidad de ingrediente activo. Sin embargo, si los polvos se han mezclado dentro del país, pueden ser competitivos en costos y especialmente adaptables a las situaciones en que el agricultor encuentra dificultades con el transporte de agua a sus campos. No se pegan a las hojas tan bien como las pulverizaciones y se derriten más fácilmente con las lluvias. La retención es mejorada si son aplicados cuando las hojas están mojadas del rocío. Los polvos forman más peligro de inspiración que las pulverizaciones. Nunca se deben mezclar con agua.

- LOS GRANULADOS ("G"): Igual a los polvos, los granulados son formulaciones de poca concentración diseñadas para aplicaciones no-diluidas. Son especialmente adaptados para las aplicaciones terrestres y para la colocación dentro de la vaina foliar del maíz y el sorgo para controlar las lagartas militares. Los granulados no se pueden aplicar efectivamente a las hojas, porque se ruedan. El Furadan 3G es una formulación granulada que contiene el 3 por ciento del carbofurán puro.
- LOS FUMIGANTES: Estos están disponibles en forma de píldoras, granulados, líquidos y gases cuyos vapores matan a las plagas. Se usan para matar las plagas de los granos almacenados o se aplican al suelo para matar los insectos, los nematodos, y otras plagas.
- LOS CEBOS: Los cebos frecuentemente son las formulaciones más efectivas para el control de trozadores, grillos, babosas, y caracoles.

Los trozadores se controlan más efectivamente con los cebos que con las pulverizaciones. Los cebos se deben esparcir cerca de las plantas en las tardes si no se esperan lluvias. Los cebos no se deben dejar en trozos que podrían envenenar a los pájaros o al ganado. Un kilograma de cebo debería cubrir como 400 metros cuadrados.

Una receta de un cebo para trozadores:

25 kg de base (aserraduras, afrecho de arroz, masa harina, etc.)

3 litros de melaza

1 - 1.25 kg de ingrediente activo de triclorfón o carbaril

Se puede añadir agua para mojar el cebo.

Las babosas y los caracoles se pueden controlar con aplicaciones de cebos por las tardes en una banda al borde del campo o dentro de los sitios donde hay problemas. No se deben aplicar si se esperan lluvias esa noche, porque la lluvia puede derritir el insecticida de la base del cebo.

Una receta de cebos para babosas y caracoles:

25 kg de masa harina o afrecho de arroz  
10 litros de melaza  
65 gramos de metaldehído (un veneno estomacal de poca toxicidad dermal)  
o 0.5 kg de ingrediente activo de triclorofón  
o 0.5 kg de ingrediente activo de carbaril.

## Las Clases Químicas de Insecticidas

Los insecticidas caen dentro de tres grupos o clases químicas principales :

- Los hidrocarburos de cloruro (organocloruros): Muchos de los insecticidas en este grupo como DDT, Aldrina, Endrina, y Dieldrina tienen vidas residuas muy largas y han causado problemas ambientales como las matanzas de peces. Sin embargo, otros miembros del grupo, como el Metoxicloro son fácilmente descompuestos. La toxicidad al ser humano y a los animales varía mucho dentro de este grupo (vea el Apéndice K).
- Los Fosfatos Orgánicos (organofosforados): Los insecticidas de este grupo como Malatión, Dipterex, Diazinone, y Paratión tienen una duración de vida residua mucho más corta que la mayoría de los organocloruros. Las toxicidades contra los animales y el hombre varían mucho. Algunos como el Paratión, TEPP, Endrina, y Timet son altamente peligrosos, mientras otros como Malatión, Gardona, y Actellic son unos de los más seguros en el mercado.
- Las carbamidas: Relativamente pocos insecticidas pertenecen a este grupo, y tienden a ser de toxicidad moderada o baja. Las excepciones son el carbofurán y el metomil, los cuales tienen una toxicidad oral muy alta. El carbaril y el propoxur son los carbamidas más conocidos. La vida residua de este grupo varía entre corta y moderada.

## El Cálculo de las Dosificaciones de Insecticidas

Para todos los tipos de pesticidas, hay cuatro formas básicas de describir las dosificaciones:

1. La cantidad de ingrediente activo (químico puro) que se necesita por hectárea o acre.
2. La cantidad de formulación específica (por ejemplo, Sevin 50 WP o Furadán 3 G, etc.) que se necesita por hectárea o por acre.
3. La cantidad de formulación específica que se necesita por litro o galón de agua.
4. Como un porcentaje de concentración en el agua de la pulverización.

Las dosificaciones del Tipo 1 y 2 son más adaptadas a los campos grandes o para esos pesticidas (especialmente los herbicidas) que requieren una dosis muy precisa para la aplicación. La calibración de los pulverizadores es importante en ambos casos para determinar la cantidad de agua que se debe usar y la cantidad del pesticida que hay que añadir a cada tanque.

Los tipos 3 y 4 son recomendaciones muy generales mejor adaptadas a los campos pequeños o a las situaciones donde la precisión de la dosis no es crítica.

1. LA CANTIDAD DE INGREDIENTE ACTIVO NECESARIO POR HECTAREA:  
Por ejemplo, una dosis puede ser expresada como 2 kg de ingrediente activo de carbaril por hectárea. Esto quiere decir 2 kg de Sevin puro (100%). Puesto que las formulaciones específicas de los pesticidas varían en concentración desde el 1 por ciento hasta el 95 por ciento, se necesita usar la matemática para calcular la cantidad de la formulación que se necesita para suplir una cantidad de ingrediente activo. Si la tienda de enseres

agrícolas vende el carbaril 50 por ciento en polvo para emulsiones, (PE), el agricultor necesita 4 kg por cada hectárea para suplir 2 kg de ingrediente activo.

2. LA CANTIDAD DE FORMULACION ESPECIFICA QUE SE NECESITA POR HECTAREA O ACRE: Una recomendación que pide 4 litros de Malatión 50 por ciento por hectárea, por ejemplo, es un poco más simple de calcular que el Tipo 1 puesto que está expresado en términos de formulación específica en vez de ingrediente activo. A pesar de esto, el agricultor todavía necesita saber la cantidad de formulación que necesita por el área del campo y la cantidad de agua que será necesaria para proveer una cobertura adecuada con el pulverizador. Esto requiere la calibración del pulverizador.
3. LA CANTIDAD DE FORMULACION ESPECIFICA QUE SE NECESITA POR LITRO O GALON DE AGUA: Por ejemplo, si la recomendación está expresada como 5 cc de Malatión de 50 por ciento de concentrados emulsionables (CE) por l de agua, no se necesita la calibración del pulverizador ni el cálculo de la dosis. La desventaja es que la cantidad del pesticida que el agricultor aplica a su campo depende totalmente de la rapidez con que camina mientras hace la pulverización, la finura o el grueso de la aspersion, y la cantidad de presión que usa. A pesar de esto, si las pautas apropiadas se siguen, las recomendaciones del Tipo 3 son suficientemente precisas para la mayoría de condiciones y son las más practicables para los pequeños agricultores. No se deben usar con la gran parte de pesticidas para los cuales la precisión de la dosis es crítica.
4. COMO UN PORCENTAJE DE CONCENTRADO EN EL AGUA DE LA PULVERIZACION: Esto es básicamente lo mismo que el Tipo 3, excepto que la concentración del pesticida en el agua del rocío se expresa en términos del porcentaje en vez de cc/litro. Estas recomendaciones usualmente se fundan sobre el porcentaje por peso, aunque a veces una base de volumen se usa cuando se trata de los CE (las diferencias actuales son pocas). El porcentaje expresado puede referirse al ingrediente activo o a la formulación específica. Igual al caso de las recomendaciones de Tipo 3, no se requiere calibración de pulverizadoras, y la precisión de la dosificación no es tan buena que como los Tipos 1 y 2.

La Matemática Para los Pesticidas

La conversión de recomendaciones expresadas a base de ingrediente activo en las de formulación específica.

Una vez que sabe la cantidad de formulación específica que se necesita por hectárea o acre puede calcular fácilmente la cantidad que se necesita para los campos del agricultor multiplicando el tamaño del campo en hectáreas por la dosis por hectárea.

Como seguir una recomendación para el porcentaje de concentración de la pulverización:

Primero determine si el porcentaje de concentración se va a calcular en términos del ingrediente activo o en términos de la formulación específica. Por ejemplo, una recomendación puede estar expresada como 2 por ciento de concentración de pulverización en términos del Malatión puro.

Otra recomendación podría pedir una pulverización de concentración de 0.1 por ciento de Lebaycid 50 por ciento CE para el control de los trips en los cacahuetes.

● Para los polvos para emulsiones

Cuando está usando los PE o polvos para emulsiones, una pulverización de concentración por porcentaje se basa sobre la relación del peso del pesticida con el peso del agua. Como 1 litro de agua pesa 1 kg, las siguientes fórmulas se pueden utilizar:

A base del ingrediente activo

Gramos de polvo para emulsión que se necesitan por litro de agua =  $\frac{2\%}{40\%} \times 1000 = \frac{20}{0.4} = 50g$

A base del producto específico

Gramos de polvo para emulsión que se necesitan por litro de agua =  $\% \text{ concentración de pulverización deseada} \times 1000$

● Para los líquidos (CE)

A base del ingrediente activo

cc (ml) de CE (concentraciones emulsionables) requeridas por cada litro de agua =  $\frac{\% \text{ de concentración de la pulverización deseada} \times 1000}{\% \text{ ingredientes activos en el CE}}$

## PAUTAS PARA LA APLICACION DE INSECTICIDAS

¿Cuándo es necesario el tratamiento?

Los agricultores deben aplicar los insecticidas para responder a un problema específico con una plaga en vez de hacer las aplicaciones en una manera rutinaria y promiscua. Idealmente, los insecticidas se deben usar solamente cuando el daño ha llegado al umbral económico. Este nivel varía con la especie de insecto, el cultivo, y el tipo y el grado de daños.

Pautas Generales (vea también la sección sobre las plagas mayores de los cultivos de referencia):

- Las plagas del suelo. Estas plagas se deben tratar de una manera preventiva con aplicaciones de pre-siembra o durante la siembra si existe un problema. Los tratamientos después de la siembra generalmente no son efectivos excepto en el caso de los cebos para los trozadores.
- Los insectos que se alimentan de las hojas (crisomélidos, lepidópteros): Los cultivos pueden tolerar un nivel alto de defoliación mientras están produciendo hojas nuevas continuamente. La pérdida del área de hojas se hace más serio al final de la etapa vegetativa, aunque la defoliación en las etapas tardías del desarrollo del grano no tiene gran efecto sobre el rendimiento.

Los barrenadores del tallo usualmente causan daños más serios a niveles mucho más bajos de población que la mayoría de los insectos de alimentación foliar. "La mosca del sorgo" (*Atherigona soccata*), el "ácaro del grano del sorgo" (*Geromyia penniseti*), y una especie de saltahoja (*Empoasca kraemeri*) son otros ejemplos de insectos que llegan al umbral económico de daños con poblaciones relativamente bajas.

- Los insectos chupadores: No todas las especies de áfidos y saltahoja diseminan las enfermedades virales. Por ejemplo, el CIAT descubrió que los rendimientos de frijoles se redujeron como el 6 por ciento por cada saltahoja *Empoasca kraemeri* presente en cada hoja, aunque esta especie no transmite ningún virus. Las plantas del frijol pueden tolerar

los áfidos muy bien si no son especies capaces de transmitir el virus del mosaico común del frijol.

## El Uso Efectivo del Pulverizador

### Como Lograr la Cobertura Correcta

La extensión y la uniformidad de cobertura requerida depende de donde se encuentra el insecto y si se está usando un insecticida sistemático. En algunos casos, como el de las lagartas militares que se están alimentando de la vaina foliar, el insecto está muy localizado y la cobertura general no es necesaria. Otros insectos son más generales en su localización y requieren una pulverización de cobertura más completa sobre la planta entera. Puesto que son transferidos, los insecticidas sistemáticos no requieren la cobertura completa que piden los no-sistemáticos.

La cantidad de agua requerida para la cobertura adecuada varía con el tamaño de la planta, la densidad, el tipo de producto (los sistemáticos contra los no-sistemáticos), y la ubicación del insecto, pero sí hay unas pautas generales:

#### Las tasas de agua para los insecticidas:

Cuando está cubriendo todo el follaje de plantas de tamaño maduro, por lo menos 500-550 litros de agua por hectárea se necesitan con pulverizadores convencionales. Cuando la pulverización es localizada o las plantas son muy pequeñas, el volumen de agua puede ser sólo la cuarta parte de esta cantidad.

Si hay un desagüe visible de las hojas es una indicación que está aplicando demasiado rocío, aunque el mismo efecto ocurre cuando no se usa suficiente humectante (esparcidor).

## El Uso de Esparcidores y Pegadores

Un esparcidor (agente humectante) reduce la tensión de la superficie de las gotas del rocío, permitiéndole que se esparsan en vez de quedarse en gotas individuales sobre la superficie de la hoja. Los esparcidores mejoran mucho la uniformidad de la cobertura de las pulverizaciones y también evitan la pérdida de la solución por desagüe.

Un producto adherente (pegador) es una sustancia como una goma que ayuda que la aspersion se adhiera a la superficie de la hoja y resista el desagüe por las lluvias o el riego.

Hay muchos pegadores y esparcidores comerciales, incluyendo combinaciones adherentes-esparcidores. La etiqueta del pesticida indica si el uso de un esparcidor o un pegador es necesario. Si está pulverizando el suelo, ni el esparcidor ni el pegador son necesarios. Cuando se pulveriza la vaina foliar del maíz, no se necesita un esparcidor, aunque un adherente podría ser útil. El uso de pegadores y esparcidores es especialmente importante para la aplicación de la mayoría de los fungicidas foliares.

Los productos adherentes y esparcidores comerciales son relativamente baratos. Además, si no son disponibles en el mercado, se pueden fabricar en casa. Las claras de huevo, la casaba (yuca, manioc), la harina, y la maicena se pueden usar para pegadores en una mezcla de 15 cc por 15 litros. El jabón de cocina líquido es un esparcidor adecuado a la misma tasa.

Los esparcidores desionizados: Los herbicidas de post-emergencia Paraquat y diquat son diferentes porque requieren el uso de esparcidores especiales no-iónicos para evitar la desactivación (la pérdida de la efectividad). Un esparcidor desionizado comunmente asequible es el Ortho-77.

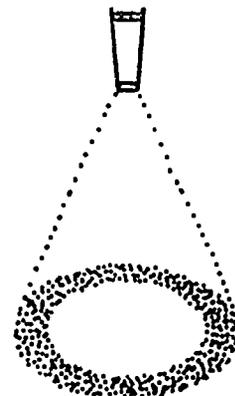
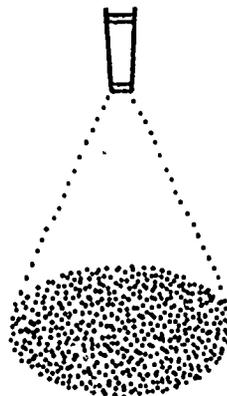
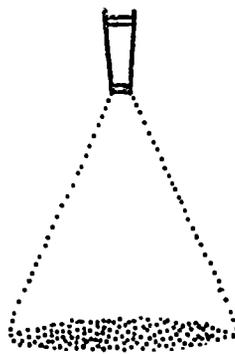
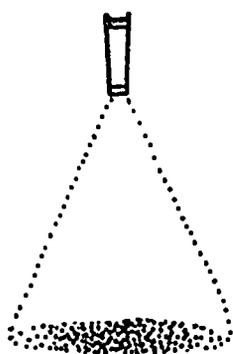
#### Como Escoger una Boquilla

Las boquillas de pulverización son asequibles en una variedad de potencias, ángulos de pulverización, y tipos de dirección de la pulverización. La selección correcta de la boquilla tiene una influencia importante sobre la efectividad de los pesticidas.

La Potencia de las boquillas : Muchos pulverizadores de espalda (de mochila) vienen con boquillas ajustables que le permiten al agricultor variar la potencia haciendo su pulverización más fina o más gruesa. Esto pareciera ser una ventaja pero estas boquillas no mantienen la graduación muy bien y la potencia puede cambiar considerablemente durante la aplicación. Esto es inadecuado cuando se necesitan dosificaciones precisas, y hace difícil la calibración de los pulverizadores. Las boquillas de abertura fija son disponibles en una variedad de potencias y se deben usar en cuanto sea posible.

El ángulo de la Pulverización: vea la pulverización en plano.

El tipo de dirección de la Pulverización: Se debe escoger con mucho cuidado el tipo de dirección que sea adecuado para el trabajo.



Boquilla de abanico plano

Boquilla de abanico uniforme

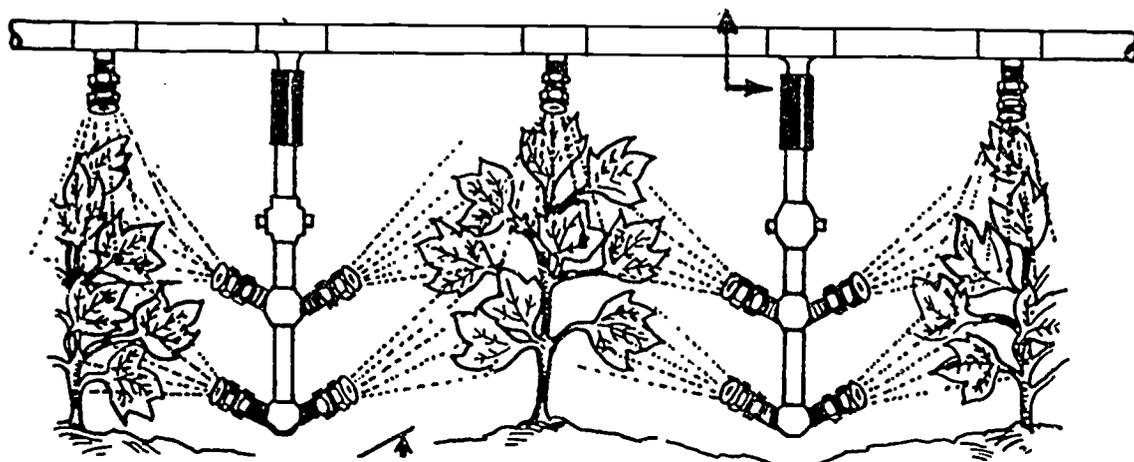
Boquilla de Cono Sólido

Boquilla de Cono Hueco

Direcciones de Pulverizaciones

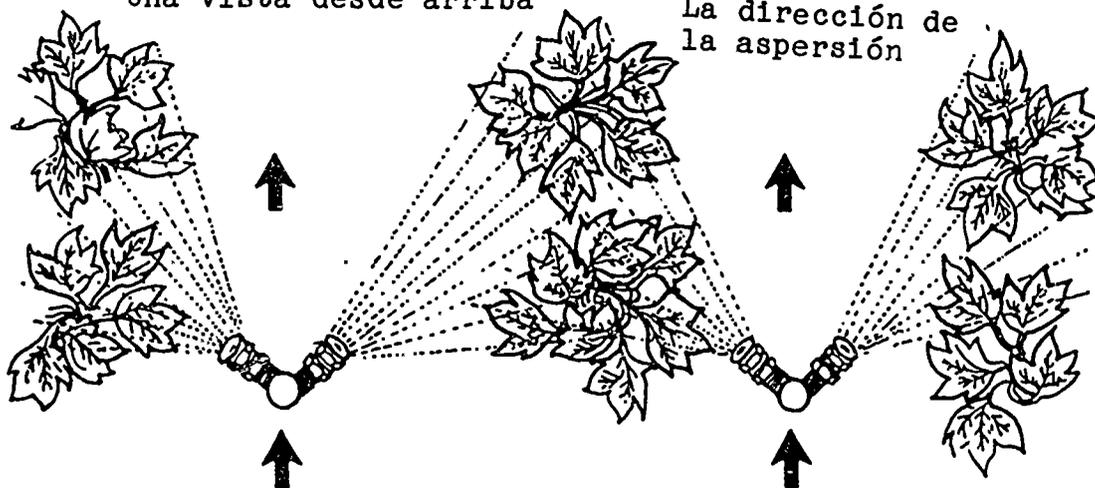
- Las boquillas de abanico son ideales para hacer esparciciones (coberturas completas) de insecticidas o herbicidas por la superficie del suelo (y sobre las malezas pequeñas). La tasa de aplicación aminora a los dos bordes, y por eso las direcciones de las boquillas vecinas deben recubrir por tres o cuatro dedos al nivel del suelo para lograr una distribución igual. Las boquillas de abanico no proveen tan buena cobertura como las boquillas cónicas usadas para pulverizaciones foliares. Las boquillas de abanico vienen con varios ángulos de ancho de pulverización. Los ángulos más anchos permiten que el brazo del pulverizador se use más cerca al suelo y ésto aminora los problemas de la dispersión del pesticida en días ventosos.
- Las boquillas de abanico plano se deberían usar para aplicaciones terrestres de pesticidas en bandas. La potencia de la aspersion no aminora a los bordes, y por eso las direcciones no deben cruzarse para uso como esparciciones.
- Las boquillas de pulverización de cono sólido dan mejor cobertura del follaje que las boquillas de abanico pero no se deben usar para aplicaciones terrestres de herbicidas e insecticidas.
- Las boquillas de cono hueco ofrecen una cobertura foliar un poco mejor que las de forma de cono sólido puesto que causan más agitación de las hojas cuando la pulverización pasa por encima de las plantas.

### La manguera de caucho



Una vista desde arriba

La dirección de la aspersión



Coloque las boquillas derecho en la dirección de la aspersión para que la pulverización pase a lo largo de la hilera en vez de cruzarla

Ilustración por Rohm & Hass Co.,  
Philadelphia, Pennsylvania, E.E.U.U.

El diseño ideal del aguilón para la aplicación de insecticidas y fungicidas para lograr una cobertura uniforme. Note que las boquillas de cono se posicionan a un ángulo de  $30^\circ$  al vertical tanto como a  $30^\circ$  al horizontal. Para los cultivos de plantas de tamaño pequeño o mediano se necesita solo un nivel de boquillas de cono.

- Boquillas de pulverización de cámara de rotación (anti-obstrucción) son boquillas de cono hueco y ángulo ancho que se pueden usar en lugar de las boquillas de abanico. Su diseño reduce las obstrucciones, y la dispersión es disminuida por la dirección de ángulo ancho (la cual permite que se opere el aguilón del pulverizador a menos altura) y el tamaño más grande de las gotas.

Las mallas de las boquillas: Las boquillas usadas con las barras pulverizadoras de tractor usualmente llevan una malla o coladero para ayudar a evitar las obstrucciones. Algunos pulverizadores de mochila tienen coladeros o tienen como añadirlos. La limpieza rutinaria es necesaria, especialmente cuando se usan los polvos para emulsiones.

Ayudas para el uso de pulverizadores de mochila para la aplicación de insecticidas

- Use una buena presión y un rocío fino. Si ocurre demasiado dispersión (se forma una llovizna) es porque la presión está muy alta.
- Mantenga un ritmo igual por todo el campo. Evite parar en cada planta si el cultivo no es muy grande.
- Mueva la muñeca mientras está pulverizando para que la aspersión caiga sobre el follaje por diferentes ángulos.
- Posicione la boquilla a suficiente distancia del follaje para que la pulverización tenga tiempo de dispersarse antes de tocar las hojas.
- Si está usando un polvo para emulsiones, acuérdesese de agitar la aspersora periódicamente para mantener el pesticida en solución.
- Lleve a mano un pedazo de alambre suave para limpiar las obstrucciones de las boquillas, pero úselo con cuidado para evitar dañar la abertura de la boquilla.
- No pulverice las plantas cuando las hojas están mojadas o cuando se espera que llueva dentro de unas horas después de la aplicación.
- No añada los polvos para emulsiones o las concentraciones emulsionables (CE) directamente al tanque de la aspersora. Mézclalos completamente

primero en un cubo con varios litros de agua. Asegure que los polvos para emulsiones estén completamente disueltos.

### La Compatibilidad de los Pesticidas

La mayoría de los pesticidas son compatibles dentro del tanque del pulverizador, pero es mejor asegurarse leyendo la etiqueta. Para algunos cultivos como el cacahuete y las legumbres, los insecticidas foliares y los fungicidas frecuentemente se aplican juntos. Cuadros de compatibilidad de pesticidas son asequibles por medio de muchas de las compañías de pesticidas.

El agua con un valor pH de 8.0 o más alto (alcalino) causa una descomposición rápida de los insecticidas de fosfatos orgánicos. Estos niveles altos de pH usualmente están limitados a las áreas de piedra caliza o de pocas lluvias. Hay agentes especiales tamponados para bajar el nivel pH si es necesario.

Algunos insecticidas son fitotóxicos (dañinos) a ciertos cultivos. Siempre revise las instrucciones de la etiqueta. Las formulaciones de polvos para emulsiones tienden a ser menos tóxicos a las plantas que las concentraciones emulsionables, especialmente a temperaturas más altas de 32° C.

#### El Sorgo:

El Triclorofón le causa daños severos. El Azodrín y el metil paratión ocasionan algunos daños.

#### El Cacahuete:

Los daños menores al follaje que aparecen en forma de manchas pardas rojizas en las hojas más tempranas a veces son causados por las aplicaciones terrestres de carbofurán, Timet, y Di-sistón. Las plantas normalmente siguen creciendo a pesar del daño, sin reducción del rendimiento. Las variedades corredoras en suelos arenosos son las más sensibles, y la dosis se debe reducir por 25 por ciento bajo estas condiciones.

### Las Recomendaciones de Insecticidas para los Cultivos de Referencia

En este manual no se recomiendan pesticidas específicos para los cultivos de referencia a causa del potencial para la clasificación errada de las plagas y el uso incorrecto de los pesticidas. En vez de depender de este manual para diagnosticar los problemas y seleccionar los

pesticidas, se recomienda que dependa de las recomendaciones de insecticidas del servicio de extensión del país si tienen la reputación de ser efectivas y si no se trata de los químicos de alta toxicidad de la Clase 1 (Vea el Apéndice K).

Antes de usar cualquier insecticida, refiérese a las pautas de seguridad y a los datos sobre la toxicidad que se encuentran en el Apéndice K. Siempre conozca la toxicidad relativa y los peligros ambientales de los productos que usa o recomienda.

## EL CONTROL DE ENFERMEDADES

### Los Tipos de Enfermedades y su Identificación

#### Las enfermedades parásitas contra las no-parásitas

Las enfermedades parásitas son causadas por ciertos tipos de hongos, bacteria, y virus que invaden las plantas y multiplican dentro de los tejidos.

Las enfermedades no-parásitas (no-infecciosas) son causadas por condiciones ambientales desfavorables o otros factores no-parásitos como:

- Excesos, deficiencias o imbalances de los nutrimentos del suelo.
- Exceso de acidez o alcalinidad del suelo.
- Extremos de temperatura.
- El drenaje inadecuado o la sequía.
- Los daños causados por las máquinas, los abonos, o los pesticidas.
- Las sustancias tóxicas al aire como el ozono y el ácido sulfuroso.

Algunas de estas condiciones no-parásitas producen síntomas que se pueden confundir fácilmente con éstos de las enfermedades parásitas.

## Las enfermedades fungales

Los hongos son pequeñas plantas parásitas sin raíces, hojas o clorofila que se alimentan de la materia orgánica viva o descompuesta. Se reproducen y se diseminan por medio de semillas microscópicas que se llaman esporas. Algunos hongos, como éstos que ayudan a descomponer los residuos de los cultivos en humus, son beneficiosos. Los hongos pueden penetrar directamente en las semillas, el tejido de las hojas o las piedras o pueden entrar por heridas o aberturas naturales. Los tipos generales de enfermedades fungoides son las manchas foliares que pueden ocasionar la defoliación, la pudrición de las semillas, los tallos, los pedúnculos, las raíces, las panojas, las vainas, y las mazorcas; y los mildius y los añublos del almacenamiento.

Las enfermedades causadas por hongos son las pestes más comunes de los cultivos de referencia porque las esporas son altamente resistentes a las condiciones desfavorables. Son transmitidas fácilmente por el viento, el agua, el suelo, y los enseres agrícolas, y algunos tipos también pueden ser regados por las mismas semillas. La mayoría de las enfermedades fungales se desarrollan y se diseminan mucho más rápido bajo condiciones de alta humedad. Una característica común de las pestes ocasionadas por hongos es la habilidad de mutación para producir nuevas razas que son resistentes a ciertos fungicidas.

## Las enfermedades bacterianas

Las bacterias son organismos microscópicos de una célula que se multiplican por medio de la división de la célula. Igual a los hongos, algunas bacterias son beneficiosas y hacen trabajos esenciales como la conversión de nutrimentos orgánicos no-disponibles en formas inorgánicas (minerales) disponibles. Otras invaden las plantas y causan enfermedades que producen manchas foliares, añublos, agallas, y pudriciones de las frutas y los tallos. Por varias razones, las enfermedades bacterianas generalmente son mucho menos prevalentes que las fungóides.

- Las bacterias carecen de una etapa resistente de esporas y son muy dependientes de las temperaturas y las condiciones de humedad favorables.
- Al contrario del caso de los hongos, las bacterias no pueden penetrar a fuerza el tejido de las plantas sino que tienen que entrar por las aberturas naturales o las heridas.
- Aunque las enfermedades bacterianas pueden ser transmitidas por las lluvias llevadas por los vientos, los equipos agrícolas, y ciertos tipos de insectos (principalmente algunos crisomélidos), son transmitidas mucho menos rápido que las enfermedades fungales.

## Las enfermedades virales

Los virus son partículas microscópicas que consisten de un centro de ácido nucléico (el material genético) cubierto por una capa de proteína. Los virus pueden multiplicarse por medio de las células hospedantes, las cuales usan para producir más partículas de virus y para alteraciones que producen nuevos virus. Son transmitidas principalmente por los insectos

chupadores como los áfidos, las saltahojas (chicharritas), y los trips. La relación entre estos insectos vectores (los insectos que transmiten la enfermedad) y las virus a veces es muy específica. Por ejemplo, el virus de la roseta del cacahuete es transmitido por sólo una especie de áfido. Las malezas son susceptibles a ciertos virus y sirven de hospedantes alternos para las enfermedades virales que son transmitidas por los insectos chupadores a los cultivos.

Los virus usualmente no matan a las plantas, pero pueden reducir gravemente los rendimientos y la calidad. Producen una gran variedad de síntomas como el moteado de las hojas (manchas), el enrollamiento de las hojas, las manchas cloróticas (amarillas) o necróticas (muertas) sobre las hojas, la defoliación, y el macollamiento excesivo.

#### Como Identificar las Enfermedades de las Plantas

Algunas enfermedades pueden ser fácilmente identificadas en el mismo campo por la gente no-profesional. Pero en otros casos la diagnóstico precisa requiere bastante experiencia en el campo y a veces la consulta experta de un fitopatólogo y un laboratorio. Para más información sobre la identificación de las enfermedades de las plantas, vea el Apéndice I, "El Diagnóstico de los Problemas Comunes de los Cultivos de Referencia". En la bibliografía se encuentran fuentes de referencia que ofrecen descripciones detalladas de las enfermedades de los cultivos de referencia.

## Los Métodos del Control de Enfermedades y la Efectividad

### La Prevención contra la Cura

La gran parte de las enfermedades como los virus y las pudriciones bacterianas o fungosas de las semillas, las plantas semilleras, las raíces, los tallos y los pedúnculos no pueden ser controlados una vez que entran el tejido de la planta. Se puede lograr un control adecuado o bueno de las manchas foliares causadas por hongos con los fungicidas foliares pero por lo general es ineconómico con los cultivos de valor bajo como el maíz, el mijo, y el sorgo. Por esta razón los métodos de control de enfermedades generalmente se ocupan de la prevención en vez de la cura.

### Los Métodos No-Químicos del Control de Enfermedades

- Las variedades resistentes: La resistencia a las enfermedades es una prioridad alta entre los criadores de plantas. Los criadores han encontrado las fuentes genéticas de la resistencia a algunas de las enfermedades más serias, especialmente los virus y otros tipos para los cuales no hay controles químicos efectivos y económicos. A pesar de esto, la resistencia no quiere decir una inmunidad de 100 por ciento, y la capacidad de los virus y los hongos de transformarse en especies nuevas por medio de la mutación ha causado algunos problemas.
- Las semillas libres de enfermedad: Algunas enfermedades como los añublos bacterianos y el virus del mosaico común del frijol pueden ser transmitidas por las semillas. El uso de semillas certificadas que están limpias y sanas es una práctica del manejo importante en muchas áreas frijoleras.
- El control de las plantas hospedantes y los insectos vectores: Esto es especialmente importante para el

control de ciertas enfermedades virales y requiere la limpieza de las malezas hospedantes y otra vegetación natural que sirve de fuentes de infección. En algunos casos se siembran cultivos no susceptibles alrededor del campo en una banda de 15-20 m anchura para "descontaminar" los insectos chupadores antes de que lleguen al cultivo susceptible. (Usualmente no es práctico para el pequeño agricultor). También se incluye el método de remover (entresacar) las plantas del cultivo que están infestadas por el virus. Sin embargo, la remoción no es efectiva para la gran parte de las enfermedades fungales y bacterianas.

- El manejo de los residuos del cultivo: La quemadura y el enterramiento de los residuos es un método de prevención efectivo para algunas enfermedades como la pudrición del tallo sureña del cacahuete.
- Otras prácticas del manejo: Varias de éstas pueden aminorar los problemas con ciertas enfermedades: no escardar cuando las plantas están mojadas; regar por las mañanas cuando se están usando métodos manuales para que las hojas del cultivo queden secas por las noches; usar semilleros en caballones para ayudar el drenaje; y desinfectar los enseres agrícolas.
- La rotación de los cultivos: Esto puede reducir la ocurrencia de muchas enfermedades fungoides y bacterianas, especialmente éstas que son transmitidas por el suelo, pero tiene poco efecto sobre los virus. La monocultura no presenta ningún problema con respecto a las enfermedades mientras se estén desarrollando e introduciendo nuevas variedades resistentes continuamente para responder a los nuevos problemas. Pero esta respuesta es improbable en los países en desarrollo.
- El cultivo intercalado: Esta práctica puede reducir o intensificar los problemas con enfermedades, según las mezclas de cultivos escogidas y las enfermedades que pueden compartir.

### Los Métodos de Control Químicos

- Los fungicidas se pueden aplicar a las semillas, al suelo, y a las hojas y proveen un control entre mediocre y bueno de ciertas enfermedades ocasionadas por los hongos. Se aplican principalmente como protecciones.

Los tratamientos de semillas con un polvo o líquido fungicida efectivamente previene las pudriciones de semillas ("el salcocho" de pre-emergencia) causado por los hongos del suelo. Este método también mata a cualquier enfermedad fungal transmitida por el

tegumento, como el carbón volador y el carbón cubierto que atacan las plantas adultas del sorgo.

Puesto que los tratamientos de semillas principalmente protegen a la semilla, no son tan efectivos en prevenir los añublos de las plantas semilleras (pudriciones) y las pudriciones radicales de las plantas semilleras. Un fungicida sistemático para tratamientos de semilla llamado Vitavax (Carboxin) ofrece mejor control.

Los tratamientos no controlan las enfermedades fungales transmitidas por el suelo o el aire que atacan a las plantas mayores, como las manchas foliares y las pudriciones de los tallos, de las ramas, y de las raíces.

Las aplicaciones terrestres a veces ayudan en el control. Algunos fungicidas como el PCNB (Terraclor), Vitavax (Carboxin), y Benlate (benomil) pueden ser aplicados en pulverizaciones o espolvoraciones a la semilla o a la hilera durante el crecimiento para controlar ciertas pudriciones fungales de los tallos y las raíces.

Esas aplicaciones terrestres jamás son ni necesarias ni económicas para el maíz, el sorgo, y el mijo, pero pueden ser lucrativas sobre los cultivos de alto-rendimiento de los cacahuets y los frijoles donde se hayan identificado problemas de enfermedades.

Los fungicidas foliares se pueden aplicar en forma de espolvoraciones o pulverizaciones sobre el follaje para controlar las enfermedades de manchas foliares fungales. La mayoría de los fungicidas foliares sirven de protección para ayudar en la prevención o para aminorar la diseminación de las manchas foliares. Algunos de los fungicidas sistemáticos recientemente desarrollados como el Benlate (benomil) y Mertect (tiabendazole) también tienen propiedades de erradicación.

La gran parte de los fungicidas foliares tienen poco o ningún efecto sobre las manchas foliares bacterianas pero los fungicidas a base del cobre proveen controles adecuados o buenos. Los fungicidas foliares usualmente no son económicos para el maíz, el sorgo, y el mijo pero con frecuencia son esenciales para el control de la mancha foliar Cercospora del cacahuete y puede ser muy económica en ese caso. El uso de fungicidas foliares sobre los frijoles se puede justificar cuando los rendimientos son de tasa alta o mediana y las manchas foliares fungales llegan a ser un problema.

- Los estirilizantes del suelo como el bromuro de metilo, el formaldehído, Basamid, y Vapam controlan los hongos del suelo, las bacteria, los insectos, las malezas, y los nematodos. Se aplican antes de la siembra y se dejan dispersar antes de sembrar las semillas. Los estirilizantes del suelo con frecuencia se usan sobre los semilleros del tabaco y los trasplantes de vegetales, pero son muy caros para usar con los cultivos de referencia.
- Los antibióticos como la estreptomycin y la terramicina son bacteriacidas usadas como pulverizaciones foliares o inmersiones para las plántulas transplantadas para controlar ciertas enfermedades bacterianas. Otros antibióticos como Kamusin (Kasugamycin) y Blastocidin son efectivos contra ciertas enfermedades fungales como el añublo del arroz y son usados frecuentemente en el Japón. El costo alto los hace ineconómicos para uso con los cultivos de referencia. Hay varios problemas asociados con los antibióticos, específicamente los residuos, el desarrollo de especies resistentes de hongos y bacterias, y la fitotoxicidad ocasional.
- El uso de los insecticidas para controlar los insectos vectores: Raras veces es completamente efectivo porque el control total es imposible.

### El Control Integrado de Enfermedades

El control integrado de enfermedades requiere la combinación del uso de ambos los métodos químicos y los no-químicos. Con la excepción de los fungicidas a base de mercurio que a veces se usan como aplicaciones a las semillas, los fungicidas causan pocos peligros tóxicos o ambientales, a diferencia de algunos de los insecticidas. Los incentivos para el control integrado son las razones económicas y el hecho de que muchas enfermedades no se pueden controlar adecuadamente con los químicos.

## LAS ENFERMEDADES MAYORES DE LOS CULTIVOS DE REFERENCIA

### El Maíz

#### Las Enfermedades Fungales del Maíz

#### Las Pudriciones de las Semillas y los Añublos de las Plantas

#### Semilleras

Estas frecuentemente se describen como "salcochos de pre-emergencia y post-emergencia" y son ocasionadas por hongos transmitidos por el suelo o las semillas. Las semillas pueden ser matadas antes de la germinación o las plantas semilleras pueden ser destruídas antes o después que emergen del suelo. El salcocho es más prevalente en los suelos fríos y de drenaje inadecuado, y bajo condiciones de semillas dañadas (el tegumento quebrado, etc.) Los problemas son menos bajo condiciones que favorecen la germinación y la emergencia rápidas (por ejemplo, temperaturas calientes, y humedad adecuada en el suelo).

Los síntomas: Las señas visibles son el amarillamiento, el marchitamiento, y la necrosis de las hojas de la plántula, pero éstas son fáciles de confundir con los daños ocasionados por el viento, la arena llevada por el viento, los abonos, los herbicidas y los insectos. Para asegurarse que el problema es una enfermedad fungal hay que examinar la porción subterránea de la planta por semillas podridas, tallos suaves podridos

cerca de la superficie, y raíces podridas y descoloridas.

El Control: Use las semillas de buena calidad, limpias de mildius y otros daños, que se hayan tratado con un fungicida como Captan o Arasan (tiram) para protegerlas durante la germinación. Los tratamientos de semillas son efectivos principalmente contra las pudriciones de las semillas.

### Los Tizones de la Hoja (Helminthosporium)

Varias especies del hongo Helminthosporium atacan las hojas del maíz, pero las dos más importantes son H. Maydis (el tizón sureño) y H. turcicum (el tizón norteño o tizón foliar por turcicum). El Helminthosporium maydis es más común en áreas húmedas y calientes, pero ambas especies pueden aparecer en la misma planta.

Los síntomas de H. Maydis: Hay dos razas principales de H. maydis y tienen diferentes síntomas. Las lesiones foliares de raza "O" son pequeñas y romboides cuando son jóvenes y luego se alargan a 2-3 cm y pueden fusionarse, quemando unas áreas foliares considerables. Las manchas foliares de la raza "T" son ovaladas y más grandes que los de la raza "O", y atacan las brácteas y las vainas foliares, mientras que la raza "O" no tiene el mismo efecto. Los híbridos del maíz que utilizan la citoplasma "Texas" de andro-estrilidad (la materia genética) en su producción son muy susceptibles a la raza "T". Esto se descubrió durante una infestación inesperada de H. maidis de raza "T" en la Zona Maicera de los Estados Unidos

en 1970. La mayoría de los híbridos hoy día utilizan la citoplasma de andro-esterilidad de tipo "N" en su producción para evitar este problema.

Los síntomas de H. turcicum: El tizón sureño prefiere la alta humedad y las temperaturas bajas. Unas manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas aparecen primero en las hojas más bajas y se transforman en lesiones rectangulares que crecen a un tamaño de 2.5-15 cm. Estas lesiones varían en coloración de un verde grisáceo a un color bronceado y pueden ocasionar la defoliación severa.

El control: Las variedades resistentes ofrecen la mejor protección. Los tratamientos de semillas con fungicidas no ayudan. Los fungicidas foliares dan un control mediocre a bueno pero no son económicos porque tienen que ser aplicados cada 7-10 días.

### Las Royas del Maíz

Tres tipos de roya atacan al maíz: La roya común (Puccinia sorghi), La roya sureña, (Puccinia polysora), y la roya tropical (Physopella zaeae).

La roya común ocurre con más frecuencia en condiciones frescas y húmedas y produce pústulas pequeñas y pulverulentas de color canela en el haz y el envés de las hojas. La roya sureña es más común en las regiones calientes y húmedas y produce pústulas más pequeñas y de un color más claro que las de la roya común. La roya tropical se limita a

las regiones tropicales de Latinoamérica y el Caribe. Las pústulas varían en forma de ovaladas a redondas y ocurren debajo de la epidermis (exterior) de la hoja. Son de color de crema y a veces están rodeadas por una área negra.

El Control: Las variedades resistentes ofrecen la mejor protección. Las pulverizaciones de fungicidas casi nunca son económicas.

### Los Mildius Velloso del Maíz (Cenicillas)

Existen por lo menos nueve especies de hongos Sclerospora (Sclerophthora) que atacan al maíz. Actualmente están restringidos a partes de Asia y Africa, pero también hay señas de que comienzan a regarse por las Américas.

Los síntomas varían con la especie de patógeno, la edad de las plantas, y el ambiente pero generalmente incluyen el bandeo clorótico de las hojas y las vainas, el enanismo, el macollamiento excesivo, y las deformaciones de la espiga y las borlas. Un crecimiento veloso (cenicillas) se forma en el envés de las hojas en las etapas mas desarrolladas. Algunos de estos síntomas pueden ser confundidos con los de los virus.

Algunos de los mildius vellosos más comunes se enumeran en los siguientes párrafos, junto con las medidas del control recomendadas:

La punta loca o la marchitez amarilla del arroz (S. macrospora): Este mildiu es raro en los trópicos verdaderos pero es de distribución mundial en las zonas templadas y calientes-templadas. La punta loca causa la mutación de las borlas en agrupaciones foliares y es provocada por uno o

más días de inundaciones antes de que las plántulas hayan llegado a la etapa de tres o cuatro hojas. El drenaje adecuado es el único control.

El Mildiu Sorgo del Maíz (S. Sorghi): De distribución amplia.

El Control: El uso de variedades resistentes, la remoción y la destrucción de las plantas infestadas, y la evitación de las rotaciones de maíz-sorgo en los campos infestados.

La Enfermedad de la Mazorca Verde o el Mildiu Graminicola (S. graminicola): Ocurre en varias hierbas pero por lo general no es un problema importante para el maíz.

El Mildiu Caña de Azúcar del Maíz (S. sacchari): Se limita a Asia y el Pacífico Sureño. El Control: La eliminación de la enfermedad con el uso de semillas y plántulas sanas, la cultivación del maíz en áreas libres de la enfermedad y donde no hay cultivos extensos de la caña de azúcar, la remoción de las plantas infestadas, y el uso de las variedades resistentes. Los fungicidas en pulverizaciones se usan en algunas áreas.

El Mildiu Filipino del Maíz (S. philippinensis): Ésta es la enfermedad más seria del maíz en las Filipinas y también ocurre en Nepal, India, e Indonesia. El Control: La remoción y la destrucción de las plantas infestadas, el uso de las variedades resistentes y los fungicidas en pulverizaciones en donde sea económico.

## El Carbón Común y el Carbón de la Espiga

El carbón común (Ustilago maydis): Es un hongo que causa unas agallas (áreas hinchadas sobre el tejido de la planta) de 15-20 cm que se forman sobre cualquier parte de la planta menos las raíces. Cuando están jóvenes las agallas son brillantes y blancas con interiores suaves, pero después se rompen y liberan masas de esporas negras polvorientas. La infección puede matar a la planta joven, pero por lo general no ocasiona daños económicos. El Control: El uso de las variedades resistentes, y la evitación de los daños por máquinas. La fertilidad del suelo es una ayuda. Las agallas se deben remover de las plantas y deben ser quemadas antes de que se rompan.

El carbón de la espiga (Sphacelotheca reiliana): Puede afectar gravemente los rendimientos en las regiones cálidas y secas. Este es un hongo sistemático que invade las plántulas sin mostrar síntomas hasta la etapa de la floración. Las borlas o florecillas y las espigas se deforman y desarrollan masas de esporas negras polvorientas. El carbón de la espiga es principalmente una enfermedad transmitida por el suelo. El Control: La mayoría de las variedades son resistentes. La rotación de los cultivos y la sanificación general también proveen cierto control. Las aplicaciones terrestres de fungicidas en la hilera de semillas dan

control entre mediocre y bueno, pero usualmente no son económicas. El tratamiento de semillas con fungicidas es inefectivo.

#### Pudriciones de los tallos ocasionadas por hongos

Cinco de las pudriciones fungales de los tallos más comunes se detallan en lo siguiente. Estas atacan a las plantas en las etapas del crecimiento entre la floración y la maduración, aunque la pudrición del tallo por Pythium también puede invadir a las plantas más jóvenes.

Pudrición del tallo por Diplodia: Ocurre con más frecuencia varias semanas después de la polinización. Las hojas se marchitan y se mueren repentinamente, tornándose en un color verde-grisaco, y el tallo muere 7-10 días después. Se pueden ver pequeñas manchas negras y abultadas sobre los internodos bajos del tallo. Las porciones infestadas son quebradizas. Los tallos infestados por Diplodia usualmente se quiebran entre las coyunturas (nódulos). El Control: El uso de variedades resistentes, la evitación de tasas altas de abonos nitrogenados sin K adecuado, y las poblaciones más bajas de plantas.

Pudrición por Gibberella: Es semejante a Diplodia excepto que los tallos tienen tendencia a quebrarse a las coyunturas de los nódulos y la parte interior del tallo se

muestra de color rozado-rojizo. Las manchas negras abultadas en la parte baja del tallo se pueden remover con la uña, a diferencia de los del Diplodia. El Control: Vea Diplodia.

La Pudrición del tallo por Fusarium: Es similar a Gibberella y difícil de distinguir de ésta. El Control: Vea Diplodia.

La Pudrición del tallo por Pythium: De ocurrencia más probable durante períodos de condiciones húmedas y calientes. Generalmente ataca un sólo entrenudo cerca de la superficie del suelo y ocasiona una pudrición suave, parduzca, y acuosa que causa que los tallos se acamen. Los tallos no se rompen sino que se inclinan, y las plantas pueden permanecer vivas y verdes por varias semanas. El Pythium usualmente ocurre durante la etapa de la floración pero también puede afectar a las plantas más jóvenes. Es muy fácil de confundir con la pudrición bacteriana del tallo Erwinia. El Control: El uso de las variedades resistentes.

La Pudrición Carbonosa del Tallo, (Macrophomina phaseoli): Esta pudrición ataca el maíz, el sorgo, la soya, los frijoles, el algodón, y otros cultivos. Es más común bajo condiciones calientes y secas y al principio ataca las raíces de las plantas semilleras donde produce lesiones marrones acuosas que eventualmente se tornan de color negro. El hongo usualmente no invade el tallo hasta mucho después de la

polinización cuando causa que los entrenudos más bajos se maduren antes de tiempo y se rompan, causando la quebradura de la planta a la base. El interior del tallo tiene una apariencia quemada por la presencia de numerosos puntos negros (esclerosios). El Control: La pudrición carbonosa del tallo se puede reducir en los campos regados si se mantiene un buen contenido de humedad en el suelo durante las sequías que ocurren después de la floración; vea también Diplodia.

### Las Pudriciones de Mazorcas y Granos

El maíz puede ser atacado por varias pudriciones de la mazorca y del grano, especialmente durante la ocurrencia de condiciones ambientales muy húmedas entre la formación de los hilachos y la cosecha. Los daños por insectos y pájaros a los tallos y las mazorcas también aumentan la susceptibilidad.

Pudrición de Mazorca por Diplodia: Causa que las mazorcas de infestación temprana desarrollen áreas descoloradas en las brácteas (perfolias), mientras las brácteas normales permanecen verdes. Las mazorcas se achaparran, y las brácteas parecen estar pegadas por el hongo creciendo adentro. Las mazorcas que se infestan más tarde en la estación parecen normal desde afuera pero tienen un hongo blanco adentro que comienza a la base de los granos. En los casos severos se forman picnidios negros sobre las brácteas y en los granos. El control: Las mazorcas que se maduran con las puntas hacia abajo son menos susceptibles. Las coberturas de las brácteas buenas también ayudan, tanto como la cosecha temprana y el

almacenamiento adecuado a un nivel de contenido de agua apropiado.

Las pudriciones de Mazorca por Gibberella (G. zeae):

Es más común en áreas frescas y húmedas y causa una pudrición de coloración rosada a rojo vivo comenzando desde el punto de las mazorcas. G. fujikuroi es la pudrición de la mazorca más común del mundo y es semejante en apariencia. Los dos tipos también producen un crecimiento de moho algodonoso rosado que cubre los granos, y el grano infestado es tóxico al ser humano, a los cerdos, y a los pájaros. El Control: Vea Diplodia.

La Pudrición del grano por Fusarium: Favorecido por condiciones secas y cálidas y semejante al Gibberella.

Pudrición de Mazorca por Nigrospora: Causa que el olote quede descolorado y quebradizo. El interior es gris en vez de blanco. Los granos están mal llenados y se desprenden fácilmente dentro del olote parcialmente podrido. Masas de esporas negras son evidentes a la base de los granos. El Control: La fertilidad balanceada del suelo; vea Diplodia.

Las Enfermedades Bacterianas del Maíz

La Pudrición de Tallo por Erwinia: Causa síntomas semejantes a las de Pythium (vea las pudriciones fungales de tallos). El Control: El uso de las variedades resistentes y el drenaje bueno.

La marchitez de Stewart: Es transmitida por ciertos tipos de coleópteros del maíz y por la semilla. El maíz dulce es más susceptible. Los síntomas son rayas de un verde claro o amarillo en las hojas, generalmente apareciendo después de la floración. Las rayas se mueren y pueden matar la hoja. El tallo también se puede infestar, causando el marchitamiento de la planta. El Control: El uso de las variedades resistentes, el uso temprano de los insecticidas para controlar los insectos vectores.

#### Las Enfermedades Virales del Maíz

El maíz es susceptible a 25 o más enfermedades virales o enfermedades semejantes que son transmitidas principalmente por los áfidos y las saltahojas. Las plantas que son hospedantes alternos como la hierba Johnson (el maicillo), el sorgo, y la caña de azúcar hacen un papel importante en la transmisión de la mayoría de estas enfermedades virales. Los síntomas se pueden confundir y con frecuencia son los mismos que son causados por otros problemas como las deficiencias en nutrimentos. Algunas de los virus más comunes se discuten en los párrafos siguientes:

El Virus del Rayado del Maíz: Es un problema mayor en muchas áreas de Africa y es transmitido por varias especies de saltahojas (chicharritas) (Cicadullina spp.). Las primeras

señas son manchas muy pequeñas redondas que aparecen aisladas en las hojas más jóvenes y crecen paralelas a las nervaduras. Luego unas rayas amarillas discontinuas aparecen y se desarrollan a lo largo de las nervaduras.

El Control: Las variedades resistentes, el control de las chicharritas.

El Mosaico del Enanismo del Maíz: Este es transmitido por varios tipos de áfidos y una cantidad de hospedantes alternos, incluyendo el zacate o maicillo Johnson (una hierba de la familia del sorgo) y el sorgo. Las hojas de las plantas dañadas desarrollan un mosaico verde-amarillo, principalmente en las bases de las hojas más jóvenes. El follaje adquiere un color purpúreo a medida que las plantas se maduran, puede ocurrir un enanismo severo, y pocas plantas producen mazorcas normales.

El Control: El uso de variedades resistentes. La destrucción de los hospedantes alternos, y el control de insectos.

El Achaparramiento del Maíz (Corn Stunt Disease, CSD): Los patógenos son las varias clases de chicharritas (saltahojas) (Dalbulus, baldulus, graminella) y se conoce por el nombre "Achaparramiento" en Latinoamérica. Se cree que es un organismo de tipo virus. La raza Mesa Central causa el amarillamiento de las hojas jóvenes que luego se tornan en rojo. La raza Rio Grande produce manchas en las bases de las

hojas jóvenes, seguidas por unas bandas amarillas.

El Control: Las variedades resistentes; el control de insectos.

El Mosaico de la Caña de Azúcar: Ocurre donde el maíz es cultivado al lado de la caña de azúcar y causa manchas y bandas amarillas.

El Control: El uso de variedades resistentes de la caña de azúcar.

El Sorgo

#### Las Enfermedades Fungales

Las pudriciones de semillas y los añublos de las plántulas:  
Vea el maíz.

Los Mildius Velloso: El sorgo es atacado por tres especies de mildius vellosos (S. macrospora, S. sorghi, S. graminicola). (Refiérese a las secciones sobre el maíz para los detalles).

El Control: El uso de las variedades resistentes y la rotación de los cultivos reducidos (de hojas anchas). Muchos tipos de sorgo de forraje son muy susceptibles al mildiu vellosos del sorgo (S. sorghi) y no se deben sembrar en suelos donde se va a cultivar el sorgo de grano si es que la enfermedad está presente.

El Carbón Cubierto del Grano (Sphacelotheca sorghi): Es transmitido por la semilla y penetra las plantas semilleras. Las plantas parecen normales hasta la época de la cosecha cuando los granos son reemplazados por soros (agallas) de carbón de color gris o pardo que tienen forma cónica y están llenos de esporas negras.

El Control: El tratamiento de semillas con un fungicida es muy efectivo puesto que las esporas son transmitidas por la superficie de la semilla. Se han desarrollado variedades resistentes.

El Carbón Volador (S. cruenta): Es muy común en Asia y Africa. Igual al carbón cubierto, las esporas se transmiten sobre la semilla de la siembra e invaden las plántulas. Unos soros largos y puntiagudos se forman sobre las espigas, y las plantas infestadas pueden mostrar enanismo y un aumento de macollamiento. A diferencia del carbón cubierto, las esporas del carbón volador pueden causar la infección de las espigas de emergencia tardía en otras plantas que están sanas.

El control: Igual a los del carbón cubierto.

El carbón de la Pajona (S. reiliana): El más dañino de los carbones. Destruye toda la panoja y la reemplaza con una masa de esporas oscuras y polvorientas. Una agalla (un soro) grande cubierto de una membrana blanca se abulta a la base a

la etapa de la floración. El soro se rompe y las esporas son esparcidas por el viento y la lluvia por el suelo, donde sobreviven para infestar el próximo cultivo. El tratamiento de semillas evita la diseminación de campo en campo, pero no para la infección causada por las esporas del suelo. Se deben usar variedades resistentes y las plantas infectadas se deben remover y quemar.

### Los Mildius de la Panoja

Éstos son causados por varias especies de hongos que son más prevalentes cuando el sorgo se madura durante las estaciones pluviales. Las semillas se llenan de mildiu y germinan inadecuadamente si se siembran.

El Control: Las variedades fotosensibles escapan los ataques de los mildius de la panoja porque se maduran durante la estación seca. Otros tipos se pueden sembrar para que su maduración coincida con la estación seca. Las variedades de panojas abiertas son un poco menos susceptibles que las de panojas compactas. Unas investigaciones en India han mostrado que los mildius de la panoja se pueden reducir con pulverizaciones de Captán o Benlate (Benomil) y un pegador inmediatamente después de una lluvia dura, pero ésto no es económico.

### La Roya del Sorgo

El patógeno de esta roya es el hongo Puccinia purpurea que produce uredosoros abultados de color marrón en ambas caras de la hoja. Esta enfermedad es más común durante condiciones de alta humedad pero frecuentemente se limita a las hojas más maduras.

El Control: El uso de variedades resistentes. Los fungicidas usualmente no son económicos.

### La Antracnosis

El agente causal de esta enfermedad es el hongo Collectotrichum graminicola que ataca a las hojas, produciendo lesiones de coloraciones de parduzcas a rojizas que son redondas u ovaladas y tienen centros hundidos. También causa una podrición del tallo que se llama la podrición roja.

El Control: El uso de las variedades resistentes.

### Otras Manchas Foliares Ocasionadas por Hongos

La raya tiznada (Ramulispora Sorghi), la mancha zonada (Gloesocercospora sorghi), y la mancha ovalada, (Ramulispora sorghicola), son las principales manchas foliares fungoides en Africa Occidental, junto con la antracnosis.

El Control: Las variedades resistentes ofrecen la mejor medida de control. La remoción de las plantas hospederas como la hierba de Guinea, la hierba Bermuda, y la grama de Pará ayuda en el control.

### Las Pudriciones de los Tallos

La podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseoli*, vea el Maíz): Es una enfermedad seria del sorgo de las áreas áridas. Las pérdidas están en aumento en India, Etiopía, Tanzania, y la Volta Superior. Es la enfermedad del sorgo más seria en Nicaragua, y también causa pérdidas en rendimientos en México y Colombia. La podredumbre carbonosa es especialmente severa cuando el llenado del grano ocurre durante las temperaturas altas y las sequías.

El Control: Vea el Maíz.

La Enfermedad Milo (*Periconia circinata*): Actualmente se limita a los Estados Unidos y ataca a las raíces tanto como a los tallos. También puede afectar las plantas jóvenes. Los primeros síntomas son el enanismo y el torcimiento de las hojas. Las puntas y los bordes de las hojas mayores se tornan en amarillo claro, y todas las hojas eventualmente son afectadas. Cuando se abre la base del tallo a lo largo se puede ver la descoloración roja del centro. Las raíces también se tornan en rojo.

El Control: Las variedades resistentes.

La Antracnosis y Pudrición Roja (Collectotrichum graminicola): Esta es la fase de la pudrición del tallo de la antracnosis. La porción externa del tallo se cubre en lesiones rojas. Si se cortan a lo largo los tallos infectados se puede ver el interior descolorado de un tono rojizo continuo o descontínuo. El tallo de la flor se puede afectar igualmente.

El Control: Vea la Antracnosis.

### Las Enfermedades Bacterianas

Varias enfermedades bacterianas foliares atacan al sorgo y son favorecidas por las condiciones calientes y húmedas. Las pérdidas en rendimientos normalmente no son serias. Los tratamientos de semillas con fungicidas, las rotaciones de los cultivos, y las variedades resistentes son los mejores controles.

### Las Enfermedades Virales del Sorgo

El Enanismo del Maíz y el Mosaico de la Caña de Azúcar producen síntomas muy similares en el sorgo. El mosaico moteado en verde claro y oscuro usualmente es más común en las dos o tres hojas superiores y frecuentemente incluye rayas longitudinales de blanco o amarillo. Algunas variedades de

pigmentos rojos pueden mostrar un síntoma de "hojas rojas" consistiendo de rayas rojas con los centros muertos.

El Control: Vea el Maíz

El Achaparramiento Amarillo del Sorgo: Es un organismo semejante al virus y es transmitido por las saltahojas. Las plantas se achaparran con las hojas abultadas en la parte superior. Las hojas desarrollan un color amarillo cremoso.

El Control: Las variedades resistentes; el control de insectos.

El Mijo

El Mildiu veloso (*Sclerospora graminicola*): Puede infestar el mijo aún en la etapa semillera. Este mildiu sistémico causa que las hojas desarrollen un color amarillo, y bajo condiciones húmedas un mildiu blanco y veloso aparece en la parte inferior de las hojas. Las plántulas infectadas pueden morir dentro de un mes sin haber producido macollos. Los síntomas aparecen primero sobre las hojas superiores del tallo principal o de los macollos o hijos. La primera hoja que se infecta normalmente sólo muestra daños al envés, pero con la progresión de la enfermedad las hojas van mostrando más señas de infección. Las panojas se pueden deformar parcialmente o completamente.

El Control: Muchas variedades locales tienen buena resistencia. El Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos para los Trópicos (ISCRASAT) logró un e

excelente del mildiu veloso con tratamientos de la semilla de la siembra con un fungicida sistemático nuevo de Ciba Geigy conocido como GCA 48/988.

El Carbón (Tolyposporium penicilliriae): El hongo infecta las florecillas del mijo en la panoja y las reemplaza con soros llenos de esporas negras polvorientas.

Control: El uso de las variedades resistentes y la sanización general. El tratamiento con un fungicida probablemente no es muy efectivo.

El Cornezuelo (Claviceps fusiformis): Es común pero generalmente no muy serio. Las esporas del hongo causante son transmitidas por el aire e infectan las florecillas antes del desarrollo de los granos, produciendo un líquido dulce y pegajoso rosado o rojo que se llama la ligamaza. Con la progresión de la enfermedad la panoja se asemeja a un cepillo de lavar botellas, a causa de los esclerocios negros y duros que se forman sobre la superficie.

El Control: Quemar las panojas infectadas.

La roya (Puccinia penniseti): A veces es un problema serio del mijo tardío pero usualmente no ocasiona problemas con el mijo temprano.

Las manchas foliares: Varias manchas foliares fungoides atacan al mijo pero por lo general no son problemas serios.

## Los Cacahuetes

### Las Enfermedades Foliares Ocasionadas por Hongos

Las enfermedades fungóides de las hojas pueden reducir severamente los rendimientos de las nueces y la paja, y las hojas caídas descompuestas proveen materia orgánica para la incubación de las enfermedades del suelo como la pudrición sureña del tallo.

La Mancha Gris por Cercospora: Ataca los cultivos del cacahuete en todas las regiones mundiales, pero los de tipo Virginia (Vea el Capítulo 3) son un poco menos susceptibles que los de tipo Español-Valencia. Los síntomas: Hay dos especies de hongo Cercospora. La mancha gris tempranera (C. arachidicola) usualmente es la primera que aparece y produce machas redondas de color pardo-rojizo con un borde amarillo. La mancha gris tardía (C. perscnata) ocurre más tarde en la estación y produce manchas más oscuras que pueden no tener el borde amarillo. Ambas machas grises también pueden ocurrir sobre los tallos y petioles (los tallos de las hojas) con la progresión de la enfermedad. Puede resultar en una defoliación severa, lo cual afecta los rendimientos tanto como el uso de las máquinas cosechadoras que requieren plantas de mucho follaje para la operación correcta.

El Control: La rotación de cultivos ayuda a reducir las infecciones tempranas. Aunque los tipo Virginia muestran un

poco de resistencia, los fungicidas foliares usualmente son esenciales en la mayoría de los casos y se aplican como preventativos. Los cacahuetes son un cultivo de valor relativamente alto, lo cual hace que el uso de fungicidas foliares sea económico. Las recomendaciones específicas se detallan en la siguiente sección.

La Roya del cacahuete (Puccinia arachis): Esta enfermedad al presente se limita a las regiones de Latinoamérica y el Caribe. Causa unas pústulas pequeñas abultadas de coloración variada entre anaranjado y pardo que aparecen sobre las hojas, principalmente al envés. Se puede diseminar rápidamente bajo condiciones calientes y húmedas, y la defoliación puede ser severa. Los tallos, los pétioles y las espigas también pueden ser afectados.

El Control: Igual al caso de la mancha gris, las pulverizaciones o espolvoraciones de fungicidas son el único método de control efectivo.

#### Las enfermedades del suelo

Las enfermedades del suelo causadas por los hongos a veces son difíciles de descubrir e identificar y pueden reducir los rendimientos severamente.

La Pudrición Sureña del Tallo: También se conoce por los nombres de anublo sureño, marchitamiento, y malla blanca y es la plaga del suelo más seria y más amplia que ataca el

cacahuete y también afecta los frijoles, la soya, otras leguminosas, las patatas, los tomates y otros cultivos. Ocurre bajo condiciones calientes y húmedas.

Los Síntomas: En las primeras etapas, algunas de las hojas muestran un amarillamiento ligero. Bajo condiciones húmedas, un micelio blanco se forma en la base del tallo cerca del nivel del suelo y sobre los residuos orgánicos del suelo. Unos esclerocios redondos de color pardo claro a pardo-rojizo y del tamaño de las semillas de la mostasa aparecen sobre las áreas afectadas. Las hojas comienzan un marchitamiento lento, pero al principio parecen mejorarse por las noches. Eventualmente la planta entera puede morir. Las espigas son destruidas, dejando muchas vainas enterradas. Esta enfermedad también puede causar la pudrición de las vainas. El Control: Una vez que las plantas estén afectadas no hay manera de controlar esta enfermedad pero se puede suprimir con la combinación siguiente de controles químicos y culturales :

- La rotación de cultivos con el maíz, el sorgo, y otras plantas de la familia gramínea.
- El enterramiento profundo de todos los residuos de cultivos usando un arado de rejas. Los residuos gruesos como los tallos del maíz y el sorgo tienen que ser cortados a mano o con una grada de discos antes de la aradura. Los residuos que quedan en la superficie sirven de incubación para los hongos.
- La siembra de los cacahuetes en un semillero plano o en un caballete. Las hileras de las semillas no deben tener depresiones que causen el drenaje inadecuado.
- Evitar el escardamiento que tira tierra dentro de la hilera del cultivo, especialmente cuando las plantas están jóvenes. Esto puede causar daños a los tallos y el enterramiento de las plántulas, lo cual aumenta la susceptibilidad a las pudriciones de los tallos y de la copa.

- El control de la mancha gris por Cercospora y otras enfermedades foliares con fungicidas para aminorar la defoliación, puesto que las hojas caídas también sirven de materia de incubación para los hongos.
- La aplicación de fungicidas terrestres como el PCNB (Terraclor) y Vitavax (Carboxin) en una banda sobre la hilera a la siembra o temprano en la etapa de las espigas. Estos métodos dan protección mediocre a buena donde los problemas de pudriciones de los tallos son serios. (Vea la próxima unidad para las recomendaciones específicas.

La Pudrición de Semillas y el Añublo de las Plántulas (El "Salcocho" Pre- y Post- Emergencia )

La Pudrición de Pre-Emergencia: Es común encontrar semillas del cacahuete en germinación pudriéndose dentro del suelo. Las semillas afectadas se descomponen rápidamente, pero una examinación oportuna muestra que están cubiertas de un mildiu causado por las varias especies de hongos.

El añublo de las plántulas frecuentemente se conoce como La Pudrición de la Copa por Aspergillus y el causante es Aspergillus niger, un hongo negro ceniciento. La verdadera pudrición de la copa más precisamente describe la enfermedad cuando ataca las plantas mayores que han pasado de la etapa semillera. El tejido del tallo de las plántulas debajo del nivel del suelo es atacado poco después de la emergencia, y el hongo se disemina rápidamente por el tallo, cubriéndolo con una masa de esporas negras. El tallo se quiebra completamente.

Los factores contribuidores: Los suelos donde se han sembrado cultivos sucesivos de cacahuetes tienen más problemas con las

podriciones radicales y los añublos de las plántulas. La siembra excesivamente profunda debilita el tallo y aumenta la susceptibilidad. Las semillas se pueden dañar en el proceso del descascamiento.

El Control: Los tratamientos de semillas con fungicidas da un buen control; frecuentemente se necesita una combinación de dos fungicidas para proveer control de todas las especies. Las recomendaciones se dan en el capítulo siguiente. La profundidad de la siembra y la rotación de cultivos también requiere atención.

#### El Añublo por Sclerotinia

Esto es semejante pero menos común. Las plantas afectadas tienen unos crecimientos blancos fungóides prendidos a las áreas podridas del tallo que extiende desde el nivel soterráneo a los corredores. El tejido infectado del tallo queda destrozado y tiene muchas esporangias. Las espigas y las nueces también son afectadas. El control usualmente no es necesario, pero un fungicida llamado Botran (diclorán) a veces se aplica en pulverizaciones en los Estados Unidos.

#### Las Pudriciones de las Espigas y las Vainas

Varios tipos de hongos incluyendo Sclerotium y Sclerotinia afectan las espigas y las vainas. Los esterilizantes a veces se aplican antes de la siembra en los

Estados Unidos, pero ésto sería ineconómico y poco practicable para los pequeños agricultores. La rotación de cultivos es beneficiosa.

El Aspergillus flavus es un hongo que ataca la semilla almacenada pero a veces se encuentra en el campo. Bajo ciertas condiciones, algunas razas de A. flavus producen aflatoxinas, un carcinogeno (agente causante del cancer) y tóxico que puede afectar los pájaros, el hombre, y otros mamíferos. Las vainas cosechadas están libres de aflatoxinas excepto donde han sido quebradas por las termitas, el arado, el trillado, o el manejo descuidado. El desarrollo de Aspergillus y otros hongos del almacenamiento se puede prevenir por medio de la cosecha oportuna, la separación de las semillas dañadas, y el secamiento rápido de las vainas húmedas.

#### Las Enfermedades Virales

El Virus de la La Roseta: Esta es la enfermedad más seria de los cacahuets en Africa, especialmente en las regiones más húmedas. Es transmitida por una especie del áfido (Aphis craccivora) y tiene varias plantas hospederas alternas, incluyendo Euphorbia hirta, una maleza. Las plantas se achaparran severamente, y las hojas más jóvenes se amarillentan y se motean. Las hojas emergentes se quedan pequeñas, se tuercen y se amarillentan. La siembra temprana y el espaciamento estrecho parecen reducir la ocurrencia de

la virus de la roseta. Las plantas afectadas deben ser removidas y destruidas, y se debería considerar el control de los áfidos. La destrucción de las plantas hospedantes alternas ayuda. Unas variedades resistentes se han desarrollado en Senegal.

El virus del marchitamiento moteado: Es causado por el virus del marchitamiento del tomate y es transmitido por varios tipos de trips. Las plantas afectadas tienen hojas con manchas de verde claro y amarillo, a veces en agrupaciones grandes o en forma de anillos. Las hojas se malforman y se doblan. Los hospedantes alternos son los tomates, las patatas, la lechuga, las pimientos, las plantas ornamentales, y varios tipos de malezas. Por lo general no es un problema serio.

## Los Frijoles

### Las enfermedades transmitidas por las semillas

Los frijoles sufren pérdidas grandes mundialmente, y una de las razones principales es la prevalencia de enfermedades transmitidas por las semillas. Según el CIAT, más de la mitad de todas las enfermedades mayores del frijol pueden ser transmitidas por la semilla; éstas incluyen la antracnosis, el salcocho, las pudriciones radicales y de los tallos, los marchitamientos bacterianos, los añublos por bacteria, y varios virus. Las semillas certificadas y libres de enfermedades son muy difíciles de obtener en Latinoamérica y hoy día forman menos del 3 por ciento de la semilla de frijol sembrada allí.

El Control de los hongos transmitidos por la semilla: Muchos hongos son transmitidos sobre o dentro del tegumento de la semilla, y los tratamientos con los fungicidas convencionales como Arasan (tiram) y Captan (Ortocide) sirven para controlarlos. Otros como la antracnosis se encuentran más profundamente dentro de la semilla y generalmente no son afectados por los tratamientos de semillas. Los fungicidas sistémicos como el Benlate (benomil) son promisorios en estos casos. Las aplicaciones foliares de los fungicidas sistemáticos durante la última parte de la estación de crecimiento han reducido significativamente la incidencia de la transmisión de la antracnosis por semilla en la semilla cosechada, pero son costosos. Las cosechas tardías y el contacto de la vaina con el suelo durante el crecimiento puede aumentar los problemas de las enfermedades llevadas por las semillas.

El control de la bacteria llevada por las semillas: Los tratamientos de semillas no controlan las enfermedades bacterianas transportadas al interior de la semilla. La semilla producida en las áreas más secas bajo controles culturales y prácticas estrictas de sanidad como la rotación de cultivos y la inspección tiene menos probabilidad de ser contaminada.

El control de los virus transmitidos por las semillas: Los tratamientos de semillas actuales son inefectivos contra los

virus de transmisión por semilla. El control requiere la producción de semillas libres de enfermedad en las áreas donde los vectores y los hospedantes pueden ser controlados.

### Las Enfermedades Fungosas

Las Pudriciones de Pre-Emergencia: Los tratamientos de semillas con fungicidas son muy efectivos. (Vea el maíz y los cacahuetes.)

Las Pudriciones de los Tallos: Los frijoles son muy susceptibles a las pudriciones de raíces causadas por Rhizoctonia, Fusarium, Sclerotium, y otros hongos. Los síntomas incluyen lesiones rojizas o parduscas en los hipocótilos (la porción soterraña del tallo) y la pudrición de las raíces laterales entre una y varias semanas después de la emergencia. El marchitamiento y el amarillamiento de las hojas pueden ó no ocurrir.

### El Control:

- En las regiones templadas, se debe sembrar sólo después que los suelos se hayan calentado.
- El drenaje bueno
- La rotación de cultivos
- La evitación de la contaminación de los suelos vírgenes con herramientas infectadas, con abonos o abonos verdes que contengan los residuos de frijoles, o con el agua del riego que esté infectada.
- El tratamiento de semillas con Arasan (tiram), Zineb, Demosan, PCNB, Vicavax (carboxin) o Benlate a una concentración de 1-3 ingrediente activo por kg para dar un control parcial.
- La aplicación de Benlate o PCNB sobre la hilera de semillas después de la siembra para dar buen control.

La antracnosis (Colleotrichum lindemuthioanum): La antracnosis es de importancia mundial bajo temperaturas frescas o moderadas y condiciones húmedas y es transmitida por la semilla, el suelo, los residuos de los cultivos, la lluvia, y los enseres agrícolas. Produce lesiones de colores entre rojo ladrillo y púrpura sobre los tallos y las nervaduras de las hojas. Las vainas muestran manchas deprimidas con centros rosados y bordes más oscuros. Las semillas infectadas se pueden descolorar con chancros pardos o negros. La antracnosis casi nunca es un problema en las áreas calientes y secas.

El Control:

- Use semillas limpias de enfermedad.
- No cultive los frijoles por más de dos o tres años en el mismo campo (incluyendo las arvejas de vaca, y las judías de lima).
- Evite trabajar los campos cuando las plantas están mojadas.
- Entierre los residuos de los frijoles.

El tratamiento de semillas con fungicidas es sólo parcialmente efectivo. Las aplicaciones preventivas de fungicidas foliares tienen resultados variables.

La Roya (Uromyces phaseoli): La roya es de distribución amplia mundialmente y también afecta los frijoles de vaca y las arvejas. Las pérdidas son peores cuando las plantas son infectadas antes de o durante la floración. La enfermedad es

favorecida por las condiciones húmedas y las noches frescas y puede infectar ambas las hojas y las vainas. Los síntomas usualmente aparecen en el envés de las hojas como manchas blancas ligeramente levantadas. Las manchas se desarrollan en pústulas de un color pardo rojizo que pueden crecer a 1-2 mm en diámetro dentro de una semana. La hoja entera comienza a amarillentarse, luego se pone herrumbrosa y necrótica. La roya no muestra transmisión por semilla, pero las esporas persisten en los residuos del cultivo del frijol. Hay muchas razas de la roya, y las variedades del frijol varían en resistencia.

#### El Control:

- La rotación de cultivos.
- Los polvos sulfúricos o las pulverizaciones de fungicidas (vea la sección siguiente ).

La Mancha Angular (Isariopsis griseola): Esta enfermedad causa lesiones angulares de coloración gris o pardo sobre las hojas y causa la defoliación prematura de las plantas. Las vainas se pueden afectar con manchas redondas con centros de un color pardo-rojizo, y las semillas se pueden secar. Esta enfermedad es transmitida por la semilla pero los residuos contaminados son la fuente más común de infección.

El control: El uso de semillas limpias de enfermedad, la rotación de cultivos, y la remoción de los residuos de cultivos infectados antes de la nueva siembra. El tratamiento de semillas con un fungicida (Benlate ha dado buenos resultados) y las pulverizaciones de fungicidas pueden ayudar.

La Mancha por Sclerotinia (moho blanco): Causa lesiones acuosas y un moho blanco sobre las hojas y las vainas (vea también los cacahuetes). Se puede controlar por medio de la rotación de cultivos y las pulverizaciones foliares de Benlate (benomil), Diclone, Diclorán, PCNB, o Thiabendazole entre la floración temprana a la media-floración. El riego intensifica la enfermedad.

La Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*): Esta enfermedad puede ser un factor limitante mayor a la producción de frijoles en áreas de alta temperatura y humedad. Muchos de los otros cultivos también son afectados. El hongo causa pequeñas manchas redondas llenas de agua sobre las hojas, que son de un color más claro que el del tejido sano de la hoja y parecen escaldadas. Las vainas jóvenes muestran manchas de un pardo claro de forma irregular que se oscurecen y se hunden con la edad--pueden ser confundidas con las de la antracnosis. Los tallos, las vainas y las hojas se llenan de un crecimiento telarañoso lleno de esclerosios pardos. La mustia hilachosa puede ser transmitida por la semilla pero mas frecuentemente es transmitida por el viento, la lluvia, las herramientas, y los seres humanos y los animales de carga trabajando en los campos.

El Control:

- Uso de semilla libre de patógeno.
- Rotación del cultivo con el maíz, las gramíneas, el tabaco, y otros cultivos no-hospedantes.

- La siembra de los frijoles en hileras, y no por esparción en colinas, para mejorar la circulación del aire.
- Las pulverizaciones con fungicidas dan control entre mediocre y bueno. Los sistemáticos como el Benlate se recomiendan para condiciones de lluvias abundantes.

### Las Enfermedades Bacterianas

El Añublo Común (Xanthomonas phaseoli) y el Añublo Fusco (Xanthomonas phaseoli var. fuscans): Ambas enfermedades producen los mismos síntomas sobre las hojas, las vainas y las semillas. Los primeros síntomas foliares son manchas acuosas al envés de la hoja que crecen irregulares y están circundadas por una zona estrecha de tejido amarillo. Estas manchas eventualmente se tornan en marrón y se ponen necróticas. El tallo se dobla al nivel del suelo y se quiebra. Unas manchas húmedas se forman sobre las vainas, gradualmente crecen, toman un color rojo oscuro, y se deprimen. La semilla infectada puede arrugarse y podrirse.

#### El Control:

- La semilla libre de patógeno.
- La rotación de cultivos y el arado profundo.
- Los fungicidas a base de cobre han controlado los síntomas foliares pero no han producido buenos aumentos en rendimientos. Los antibióticos no se deben usar puesto que hay el peligro de que puedan causar mutaciones.
- El tratamiento de semillas no es muy efectivo.
- Existen algunas variedades resistentes.

El Añublo de Halo (Pseudomonas phaseolicola): Esta enfermedad bacteriana prefiere temperaturas más frescas que los añublos común y fusco. Los síntomas iniciales son manchas pequeñas acuosas al envés de las hojas, que se infectan con manchas grasosas si el ataque es severo. La reducción (debilidad) del tallo o la pudrición de los nudos cotiledonarios ocurre cuando la enfermedad es el resultado de la semilla contaminada. Sin embargo, el amarillamiento y la deformación de las hojas puede ocurrir sin otras señas externas.

#### El Control:

- La aradura profunda y la rotación de cultivos.
- La remoción de los residuos de plantas infectadas.

- La evitación de los trabajos de campo cuando el follaje está mojado.
- La semilla libre de patógeno.
- El uso de variedades de alguna resistencia.
- El tratamiento con Estreptomycina (2.5 g de ingrediente activo por kilogramo de semilla) o con Kasugamycin (0.25 g de ingrediente activo por kilogramo), usando el método "slurry" (líquido).
- Los fungicidas a base de cobre aplicados a las hojas dan un control de efectividad pobre a mediocre.

### Las Enfermedades Virales

Los frijoles son afectados por varios virus, muchos de los cuales también atacan a la arveja de vaca. El mosaico común del frijol, el mosaico amarillo del frijol, y el mosaico del pepino son transmitidos por los áfidos. El virus del mosaico rugoso del frijol y varios otros son diseminados por los crisomélidos. El mosaico dorado del frijol y los moteados cloróticos del frijol son transmitidos por la mosca blanca, y el virus del ápice rizado de la remolacha por el saltahoja de la remolacha. Los síntomas incluyen uno o más de los siguientes: el moteado verde-amarillento de la hoja, la malformación de la hoja, el arrugamiento, el enroscamiento, el achaparramiento de la planta, y el amarillamiento. El control consiste principalmente del uso de las variedades resistentes y las semillas limpias de patógeno, y del control de los insectos.

### Las Enfermedades No-Parásitas

Los daños a las semillas: La semilla del frijol es muy susceptible a daños del tegumento y a daños internos causados

por la cosecha mecánica, el trillado incorrecto y el manejo descuidado. Los daños pueden ser invisibles o producir rajadas en el tegumento, ambos de los cuales pueden causar las siguientes anormalidades de la semilla:

- La reducción en germinación y fuerza de la plántula: Esto también puede ser causado por bacteria, hongos, insectos, quemadura por abonos, y daños por herbicidas.
- "Cabeza calva": La planta semillera carece de un punto de crecimiento o ápice. Sólo aparece un tallo desnudo arriba de los cotiledones, y el crecimiento de hojas se limita .
- Cotiledones desprendidos: Las plántulas jóvenes del frijol necesitan por lo menos un cotiledón completo, o dos rotos con más de la mitad prendida para proveer los nutrimentos adecuados para la emergencia y el crecimiento inicial.

La semilla seca del frijol (14 por ciento de humedad o menos) es la más fácilmente dañada. La semilla en saco no se debe dejar caer y no se debe tirar en superficies duras.

El escaldado por sol: La luz del sol intensa, especialmente siguiendo condiciones nubladas y húmedas puede producir pequeñas manchas húmedas sobre las superficies expuestas de las hojas, los tallos, las ramas, y las vainas. Estas manchas se tornan rojizas o parduscas y se pueden juntar en lesiones grandes y necróticas. La contaminación del aire y los ácaros tropicales pueden producir síntomas semejantes.

Daños por Calor: Las temperaturas diurnas altas pueden causar lesiones que forman una constricción alrededor del tallo al nivel del suelo, especialmente en suelos claros y arenosos. Las temperaturas más altas de 35.5°C causan la caída de las flores si ocurren durante la floración.

## RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL QUIMICO DE ENFERMEDADES

### El Tratamiento de Semillas con Fungicidas

#### La Efectividad

- Las pudriciones de semillas (el salcocho de pre-emergencia): Muy buena efectividad.
- Los añublos de las plántulas (maíz, sorgo, mijo, cachuetes): Mediocre.
- Las pudriciones radicales de las plantas semilleras: De poca efectividad a mediocre.
- Enfermedades fungóides transmitidas por semilla: Muy eficaz si las esporas se encuentran sobre el tegumento, como en el caso del carbón volador y el carbón cubierto del sorgo. Poca efectividad si la enfermedad está transportada en el interior de la semilla como el caso de la antracnosis del frijol.
- Enfermedades bacterianas transportadas por semilla: Poca efectividad.
- Virus transmitidas por semilla: Inefectivo.

Los tratamientos de semillas son muy económicos y se recomiendan para todos los cultivos de referencia, especialmente para los cacahuets y las otras leguminosas. Son más beneficiosas bajo condiciones húmedas, especialmente con temperaturas frescas donde la germinación es más lenta.

#### Como Hacer el Tratamiento de Semillas

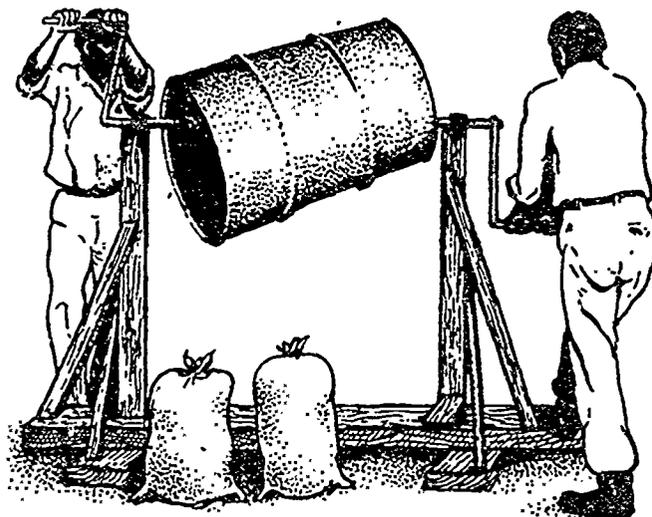
Las semillas de fuentes comerciales o gubernamentales pueden venir pre-tratadas con un fungicida o una combinación fungicida/insecticida. Examine la etiqueta y busque un polvo

rojo, púrpúreo, o verde sobre la semilla. Los agricultores pueden tratar la semilla mezclándola con la cantidad correcta de polvo de fungicida. El tratamiento de grandes cantidades de semilla es muy fácil con el uso de un barril de aceite colocado para la rotación longitudinal y un poco desnivelado, pero hay que manejar las semillas del frijol y el cacahuete con gran cuidado. Algunos tratamientos son aplicados como "slurry" (líquidos); los agricultores siempre deberían seguir las instrucciones de la etiqueta.

Precauciones: Con la excepción de los compuestos del mercurio como Ceresan, Semesan, y Agallol, los tratamientos de fungicidas son relativamente no-tóxicos, aunque algunos pueden causar irritaciones a la piel y a los ojos. Evite el uso de los compuestos de mercurio. NUNCA use la semilla tratada para el alimento humano o animal. Los tratamientos de combinación fungicida/insecticida que contienen Dieldrin u otros compuestos de la Clase 1 y 2 se deben manejar con guantes de caucho.

#### Recomendaciones para los Fungicidas Terrestres

Vitavax (carboxin) y PCNB (Terraclor) a veces son aplicados a la hilera de semillas durante la siembra o al suelo de la hilera durante el crecimiento del cultivo para controlar las enfermedades transmitidas por el suelo como la pudrición de



Un barril de mezcla para la aplicación de insecticidas y/o fungicidas a las semillas antes de la siembra.

tallo sureña y la pudrición de raíces. Raramente son necesarios o económicos para el maíz, el sorgo, y el mijo y generalmente no son justificados para los cacahuets y los frijoles excepto cuando los rendimientos potenciales son altos y los problemas de enfermedades son serios.

Cuadro 10

Recomendaciones para el Tratamiento de Semillas

Las siguientes recomendaciones se fundan sobre información actual de la Universidad del Estado de North Carolina (North Carolina State University) y CIAT.

CULTIVO	TRATAMIENTO	gramos/kg	onzas/100 libras de semilla
<u>Maíz</u>	Arasan (tiram) 50% polvo	1.5	2.5
	Captan (Ortocida) 75% polvo	0.75	1.25
& <u>Sorgo</u>	Diclone (Phygon) 50% polvo	0.6	1.0

NOTE: Aumente la dosis para el sorgo por un 25-50%, puesto que tiene más área de superficie por kg.

---

<u>Cacahuete</u>	Arasan (tiram) 50% polvo	2.0-2.5	3.0-4.0
	Captan + Maneb (30-30 polvo)	2.0-3.0	3.0-5.0
	Botran + Captan (30-30 polvo)	2.0-3.0	3.0-5.0
	Difolatan + Captan (30-30 polvo)	2.0-3.0	3.0-5.0
	Vitavax (carboxin) 75% PE	2.0-3.0	3.0-5.0
	Vitavax + Arasan o Captan	1.25-2.0	2.0-3.0

NOTA: Las combinaciones se recomiendan donde el añublo de plántulas por Aspergillus es común. Vitavax es un fungicida sistemático. La semilla inoculada del cacahuete se debe tratar inmediatamente antes de la siembra.

---

Frijoles o Vitavax	Arasan, Captan, Zined, Busan, 1.0-3.0	----
-----------------------	------------------------------------------	------

NOTA: Las infecciones del tegumento por la antracnosis han sido efectivamente controladas con Arasan 75% polvo aplicado a una tasa de 5g/kg de semilla.

## Los cacahuetes

El Control de la pudrición sureña del tallo: Aplique PCNB pre-siembra con 11 kg/ha de ingrediente activo en una banda de 20-30 cm de anchura centrada sobre la hilera o durante la etapa temprana de las espigas en una banda de 30-40 cm de anchura. Las aplicaciones pre-siembra se deben trabajar en el suelo a una profundidad de 5.0-7.5 cm. Cuando se aplica el PCNB a la etapa de las espigas, dirija la pulverización para que toque el suelo a la base de las plantas. Si se usan granulados, no se deben aplicar cuando las plantas están mojadas. Arrastre sacos sobre las plantas para que los granulados se caigan al suelo. Vitavax se puede aplicar de la misma manera durante la etapa de las espigas iniciales usando 1.1-2.25 kg/ha de ingrediente activo. (Las recomendaciones de North Carolina State University y Clemson University.)

## Los Frijoles

Pudriciones de raíz y tallo causadas por Sclerosium rolfsii: La aplicación de PCNB a 3.4-4.4 kg/ha de ingrediente activo a la semilla y el suelo alrededor de la semilla durante la siembra ha sido efectivo en el Brasil (datos del CIAT).

Pudriciones causadas por Rhizoctonia solani: North Carolina State University recomienda PCNB a una tasa de 100-150 gramos de ingrediente activo por 1000 metros de longitud de hilera aplicado durante la siembra a la semilla y el suelo alrededor de la hilera.

## Recomendaciones para Fungicidas Foliare

### Los Fungicidas Protectivos contra los Fungicidas Erradicantes

La mayoría de los fungicidas como Maneb, Zineb, Difolatan, y Manzate actúan como protectivos quedándose sobre la superficie de la hoja para prevenir la germinación y la penetración de las esporas del hongo. Tienen muy poca o ninguna capacidad de parar la progresión de una infección existente. Sin embargo, unos pocos fungicidas como Benlate (benomil) y Thiabendazole (Mertect) son absorbidos al tejido de la hoja y transferidos hacia afuera a los márgenes. Estos fungicidas sistemáticos actúan como erradicantes tanto como protectivos y también tienen otras ventajas:

- No son susceptibles a ser lavados del follaje por la lluvia o el regado.
- Porque son transferidos dentro de la hoja, la cobertura uniforme del follaje no es tan importante que como los fungicidas protectivos no-sistemáticos.

La desventaja principal de los fungicidas sistemáticos es que son efectivos sobre un espectro más estrecho de enfermedades fungales que la mayoría de los fungicidas protectivos, y requieren mucho más cuidado en la selección del producto específico para cada enfermedad.

Vitavax (carboxin) y Plantvax (oxycarboxin) son otros fungicidas sistemáticos que son usados principalmente para los tratamientos de semillas y las aplicaciones terrestres.

### Pautas para la Aplicación de los Fungicidas Foliare

Tipo de cultivo: Los fungicidas foliares jamás son económicos para el maíz, el sorgo, y el mijo. Dan la mejor tasa de costo/beneficio cuando se usan sobre los cacahuetes y frijoles bien manejados bajo condiciones donde las enfermedades fungales foliares son un factor limitante.

Cuando hacer la aplicación: Idealmente, las aplicaciones se deben comenzar un poco antes del comienzo de la infección o por lo menos antes de que las señas de la enfermedad estén ampliamente evidentes. Esto es especialmente importante cuando se usan fungicidas protectivos no-sistemáticos. En la mayoría de las áreas de cultivo, las mayores enfermedades fungales foliares son bastante fáciles de pronosticar según la fecha en que aparecen. Los fungicidas son muy costosos para usarse de manera rutinaria desde la emergencia de las plantas. Además, la gran parte de las enfermedades fungóides no infectan las plantas hasta la etapa de la floración o poco después.

La Frecuencia de las Aplicaciones: Esto depende de la severidad de la enfermedad, las lluvias, y el tipo de fungicida. Los fungicidas no-sistemáticos protectivos pueden ser derritados o lavados del follaje por la lluvia (o por el riego), pero los sistemáticos se quedan dentro de la planta una vez que hayan sido absorbidos. Bajo lluvias frecuentes, los protectivos tienen que ser aplicados frecuentemente como a cada cuatro a siete días. Bajo condiciones más secas, los intervalos de 10-14 días son normales. Los sistémicos (sistemáticos) son aplicados cada 12-14 días no obstante la frecuencia de lluvias. La severidad de la enfermedad también afecta la frecuencia de aplicación pero usualmente es estrechamente relacionada a la lluvia y la humedad (igualmente que a las resistencias de las variedades).

La cobertura uniforme y completa del follaje del cultivo es muy importante para la aplicación de los fungicidas. Es especialmente significativa para los productos protectivos que son efectivos sólo sobre la porción de la superficie de hojas que cubren. Hay que tratar de cubrir los dos lados de las hojas con los protectivos. Los pegadores y los mojantes son recomendados para casi todas las pulverizaciones de fungicidas para ayudar la cobertura y la adhesión.

El Duter es la excepción, porque estos aditivos aumentan la probabilidad de daños a los cultivos por el producto. Algunos fungicidas ya contienen pegadores y mojantes, así que es necesario leer la etiqueta.

La cantidad de agua necesaria para la cobertura adecuada del follaje: Este requerimiento varía según el tamaño de la planta, la densidad del cultivo, y el tipo de pulverizador. Cuando se usa la aspersora de espalda (mochila) sobre plantas de tamaño maduro, por lo menos 700 l/ha de agua es requerida.

#### Las recomendaciones de dosificaciones

Las instrucciones de las etiquetas y las recomendaciones de los servicios de extensión son las pautas específicas que se deben seguir. Las siguientes recomendaciones están diseñadas para servir de guías generales.

Mancha por Cercospora del Cacahuete: Los productos Benlate y Duter generalmente han resultado los más efectivos, aunque la mayoría de los otros productos, como el Dithane M-45, Antracol, Bravo (daconil), Difolatan, polvos cúpricos-sulfúricos, y pulverizaciones cúpricas también ofrecen un control adecuado. Las siguientes recomendaciones vienen de North Carolina State University (E.E.U.U) y Australia.

Duter 47% PE, 425 g de formulación específica por hectárea. No use pegador o mojado.

Benlate 50% PE, 425 g de formulación específica por hectárea y un pegador-mojador.

El control se aumenta con la combinación de 285 g Benlate más 1.7 kg Dithane M-45 o Manzate 200 más 2.3 de aceite de cultivos no-fitotóxico por hectárea. El aceite ayuda la penetración.

Daconil (Bravo) 875-1200 g de ingrediente activo por hectárea.

Productos a base de cobre como el oxycolorido de cobre, hidróxido de cobre, y el sulfato de cobre básico se pueden usar a una concentración de 1.85 kg de ingrediente activo por hectárea.

Antracol 70% PE se puede usar a 1.7 kg/ha.

Polvo cúprico-sulfúrico: Siga las recomendaciones del fabricante.

Nota: No alimente al ganado con la paja tratada, con la excepción de los tratamientos de cobre o productos cúpricos-sulfúricos. El Duter ayuda a aminorar las poblaciones de la araña roja. El uso de un pegador-mojante con el Duter puede resultar en daños a las plantas.

Las Enfermedades Foliares del Frijol: Para que el uso de los fungicidas foliares sea económico con los cultivos del frijol los rendimientos potenciales tienen que ser muy altos. Los sistemáticos se deben considerar en áreas de muchas lluvias, si son eficaces contra la enfermedad del caso.

Antracnosis: La literatura del CIAT recomienda Maneb 80% PE o Zineb 75% PE a 3.5 g/l de agua, Benlate a 0.55 g/l, Difolatan 80 PE a 3.5 kg/ha, y Duter 47 PE a 1.2 g/l.

Roya: Las sugerencias del CIAT son de Dithane M-45 o Mancozeb a 3-4 kg/ha; Manzate P 80 PE o Maneb 80 PE (Dithane M-22) a 4 kg/1000 l/ha; polvo sulfúrico a 25-30 kg/ha. El producto Plantvax (oxycarboxin), un sistémico que ha resultado efectivo cuando es pulverizado a una tasa de 1.8-2.5 kg/ha de 75% PE a los 20 días y 40 días después de la siembra, o a cada dos semanas hasta el fin de la floración.

El moho blanco (Sclerotinia): North Carolina State University recomienda Benlate 50 PE a 1.7-2.25 kg/930 l/ha o Botran (diclorán) 75 PE a 4.5 kg/930 l/ha.

La Mustia Hilachosa: Las recomendaciones del CIAT son para Benlate 50 PE a 0.5 kg/ha (0.5 g/l a 1000 l/ha) o Brestan 60 a 0.8 kg/ha o Maneb (Dithane M-22) a 0.5 g/litro. (Nota: La dosificación de Maneb parece muy baja.)

La mancha angular: La literatura del CIAT sugiere Benlate 50 PE a 0.5 g/l, Zineb, Mancozeb, un pegador de Ferbam-sulfúrico (no indica las dosificaciones)

Los añublos bacterianos: Use las pulverizaciones a base de cobre y siga las instrucciones.

## LOS NEMATODOS

Los nematodos son pequeños gusanos hilachosos y pálidos de 0.2-0.4 mm de longitud. Hay muchas clases de nematodos que se alimentan de las plantas. La mayoría viven en el suelo y se alimentan de las raíces o las perforan usando las partes mandibles agudizas para romper y chupar. Disuelven el contenido de las células de las raíces por la inyección de un enzima que produce varias reacciones según el tipo de nematodo. Los nematodos de los nudos radicales causan que porciones de las raíces se hinchen con agallas o nudos, mientras los nematodos de las lesiones radicales producen lesiones oscuras sobre las raíces. Los nematodos picadores y los nematodos de las raíces cortas podan el sistema radical y lo acortan. El crecimiento radical frecuentemente para y la planta queda susceptible a los ataques por bacterias y hongos.

Los nematodos son más comunes y activos donde las temperaturas del suelo son altas. Prefieren los suelos más arenosos o las porciones del suelo donde la fertilidad o la humedad son bajas. Sin embargo, los suelos arcillosos también pueden sufrir problemas serios por nematodos.

Porque son tan pequeños, los nematodos jamás se mueven más de unas pulgadas por año. Desafortunadamente, son transmitidos fácilmente por la tierra llevada por las herramientas y los equipos o por el desagüe de los campos.

El maíz, el sorgo, y el mijo son bastante resistentes a la mayoría de los nematodos, y las pérdidas de rendimientos jamás suben del 10-15 por ciento. Las leguminosas son las más susceptibles a los nematodos de las lesiones radicales y los nematodos picadores, los cuales se alimentan de las raíces, las espigas, y las vainas. Los frijoles y las arvejas de vaca son atacados por los nematodos de los nudos radicales, los de las lesiones radicales, los picadores, más varios otros tipos. En Kenya, las infestaciones grandes de los nematodos de los nudos radicales han reducido los rendimientos de frijoles por hasta el 60 por ciento en algunos casos.

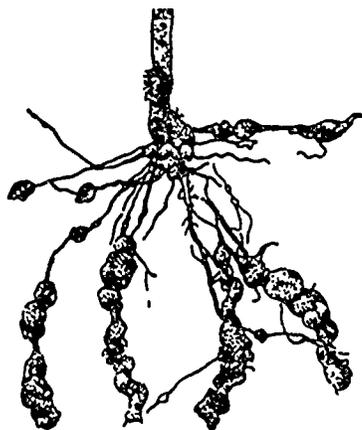
### **Como Diagnosticar los Daños por Nematodos**

Los síntomas aéreos pocas veces son suficientemente distintivos para formar un diagnóstico conclusivo sin la examinación del sistema radical, pero las siguientes son unas indicaciones de daños posibles por nematodos:

- El achaparramiento, el amarillamiento, y la debilidad de las plantas. Sin embargo, estos síntomas pueden ser causados por muchos otros problemas--la fertilidad baja, las enfermedades, los excesos de acidez o humedad del suelo, por ejemplo.
- El marchitamiento aún cuando la humedad parece ser adecuada y el calor no es excesivo. Esto también puede ser causado por las plagas del suelo, los barrenadores, y las enfermedades.
- Los daños casi siempre ocurren en pedazos aislados del campo y casi nunca son uniformes. Esto es una característica importante de los problemas con nematodos.

Los síntomas radicales, como se describen en lo siguiente, se pueden observar si las raíces son cuidadosamente desenterradas y examinadas:

- Las agallas o nudos son una indicación cierta de daños de los nudos radicales por nematodos. Estos no se deben confundir con los nódulos de la bacteria Rhizobia pegados a las raíces de las leguminosas. Las agallas o nudos causados por los nematodos de los nudos radicales son partes hinchadas de la misma raíz.
- Otros tipos de nematodos causan lesiones pequeñas y oscuras, raíces acortadas, o la pérdida de las raíces laterales. Estos daños no se deberían confundir con los daños causados por las crisomélidas, el gusano manteca u otros insectos.



Unas agallas del nematodo de los nudos radicales en las raíces del frijol. Note como se diferencian de los nódulos por el hecho de ser parte de la raíz.

El diagnóstico por laboratorio frecuentemente es necesario para confirmar las sospechas de daños por nematodos, aunque los daños por el nematodo de los nudos radicales son claramente evidentes. Los laboratorios fitopatólogos en la mayoría de los países pueden probar muestras del suelo y las raíces para nematodos. Es necesario tomar 10 sub-muestras al hazar dentro del campo al lado de las plantas con una pala. Tome la muestra excavando por 20-25 cm y votando el suelo de la capa superior de 5 cm y de los lados de la pala. El resto de la muestra se debe poner en un cubo, incluyendo algunas raíces. Los sub-muestras se deben mezclar y medio litro del suelo se debería meter en un saco de plástico. La muestra se debe proteger de la luz del sol o del calor excesivo, preferiblemente en refrigeración hasta la hora de ponerlo al correo. Un diagnóstico de laboratorio también es valioso para la planificación de un programa apropiado de rotación de cultivos para reducir la población de nematodos, puesto que los tipos diferentes varían en sus preferencias de cultivos.

### El Control de los Nematodos

La erradicación completa es imposible, pero las medidas químicas y no-químicas de control pueden reducir las poblaciones a niveles tolerables.

## Métodos No-Químicos

La rotación de cultivos: Frecuentemente ésto es difícil o impráctico, puesto que la mayoría de los tipos de nematodos tienen muchas plantas hospedantes:

- Los nematodos de los cultivos tubérculos (Meloidogyne spp): Los frijoles, las arvejas de vaca, el pepino, la calabaza, la sandía, los melones, los tomates, el tabaco, la "okra", el algodón, las zanahorias, la lechuga, los guisantes, y las fresas son muy susceptibles, pero los cacahuets también pueden ser atacados. Los cultivos de la familia gramínea son menos susceptibles. El algodón y los cacahuets pueden ser incluídos en la misma rotación, puesto que no comparten de las mismas especies de nódulos. Sin embargo, la cultivación del algodón inmediatamente antes de los cacahuets causa un aumento en las enfermedades terrestres del cacahuete.
- Los nematodos de las lesiones de las raíces (Pratylenchus spp): Los frijoles, las arvejas de vaca, los cacahuets, la soya, el tabaco, la "okra", las pimientos, las patatas, los tomates, la caña de azúcar y las fresas son de las más susceptibles. El maíz es menos susceptible, y el sorgo y el mijo tienen mejor resistencia.

- Los nematodos picadores (Bolonolaimus spp.): Los frijoles, las arvejas de vaca, el algodón, la soya, el maíz, el mijo, el sorgo, las patatas dulces, los tomates, las calabazas, y las hierbas de pasto son algunas de las plantas hospedantes. El tabaco y la sandía son resistentes.

Algunos tipos de árboles leguminosos tropicales como el Prosopis spp. hospedan a los nematodos. Los servicios extensionistas del país a veces tienen especialistas en nematodos quienes se deben consultar concierne las rotaciones y otros controles.

Las variedades resistentes: Las variedades varían bastante en su resistencia a los nematodos.

Desenterramiento: El desenterramiento de las raíces de los cultivos susceptibles después de la cosecha las expone a la luz del sol y al secamiento, lo cual mata muchos de los nematodos.

La inundación: Un mes de inundación seguido por un mes de secamiento y otro de inundación reduce el problema de nematodos, pero pocas veces es practicable.

Las plantas antagonísticas: Muchos libros sobre la agricultura recomiendan el cultivo intercalado de las caléndulas entre las siembras susceptibles para controlar los nematodos. Desafortunadamente, las investigaciones han mostrado que las especies de caléndulas varían mucho en su efectividad, la cual es limitada principalmente a un tipo de nematodo, el nematodo de las lesiones radicales. Además, las caléndulas no matan a los nematodos, sino que les quitan el alimento. Esto quiere decir que el cultivo intercalado no es efectivo, puesto que los nematodos siguen teniendo su fuente de alimentación. Para ser eficaz el método, la siembra tendría que ser exclusivamente de caléndulas, seguido por la siembra del cultivo susceptible.

Dos cultivos de abonos verdes o cultivos de cobertura, la Crotalaria spectabilis (la crotalaria ornamental) y el Indigo fera hirsuta (el indigo peluzo) pueden reducir las poblaciones de la mayoría de tipos de nematodos.

El Suelo: La fertilidad buena del suelo, y los niveles altos de materia orgánica ayudan un poco.

### Los controles químicos

Los fumigantes terrestres: Algunos de éstos, como el bromuro de metilo, el Vapam, el Basamid, y el EDB se usan con frecuencia sobre los vegetales o las semilleras de transplantes, pero son muy caros o requieren equipo especial para la aplicación. Algunos son muy peligrosos.

Los nematocidas no-fumigantes: Estos incluyen Mocap (ethoprop), Furadán y Dasanit, se pueden aplicar como granulados a la hilera del cultivo y son efectivos contra algunos insectos. Bajo las condiciones del pequeño agricultor, el uso de los no-fumigantes sobre el maíz y los otros cereales para el control de nematodos sería ineconómico excepto en los casos de infestaciones y rendimientos potenciales grandes. Habrá algunos casos en que el uso es justificado con las leguminosas, especialmente los cacahuets. Las guías del uso de los productos comunes nematocidas se detallan aquí:

NEMAGON (DBCP, Frumazone): Viene en forma líquida o granulada pero ha sido casi entredicho en los Estados Unidos como carcinogeno sospechado. El contacto prolongado por varios años ha causado la atrofia testicular. Evite el uso de este producto.

FURADAN (Carbofurán): Vea la descripción en la sección B. Tiene una toxicidad dermal muy baja pero la toxicidad oral es muy alta. Las guías para la aplicación de los nematocidas son:

Cacahuets: Aplique el producto en una banda de 30-35 cm de anchura sobre la hilera antes de la siembra; use 2.2-4.5 kg de ingrediente activo por hectárea. Necesita ser introducido dentro del suelo a 5.5-15 cm de profundidad.

El maíz: Aplíquelo en una banda de 18-36 cm de anchura sobre la hilera antes de la siembra e introdúzcalo a la capa superior de 5-10 cm del suelo. Use 1.7-2.25 kg de ingrediente activo por hectárea.

MOCAP (Ethroprop, Prophos): Mata a todos los nematodos y los insectos del suelo pero es de muy alta toxicidad dermal y oral. Se aplica como el Furadan a una tasa de 1.7-2.25 kg de ingrediente activo por hectárea. No se recomienda para la mayoría de los pequeños agricultores. Es no-sistémico.

TEMIK (Aldicarb): Un insecticida/nematocida con una toxicidad dermal y oral extremamente alta. Evítelo.

DASANIT (Terracur, Fensulfotión): Un producto no-sistémico para las plagas del suelo y los nematodos. Una toxicidad dermal y oral extremamente alta. Evite usarlo.

NEMACUR Phenamiphos, Fenamiphos: Un producto sistemático para los nematodos, los insectos del suelo, y los insectos chupadores. De toxicidad de Clase 2. Se aplica a los cacahuetes como el Furadan a una tasa de 1.7-2.85 por hectárea. Manéjelo con cuidado. Use el Furadan cuando sea posible porque tiene menos toxicidad dermal.

## EL CONTROL DE PAJAROS Y ROEDORES

### Los pájaros

#### Los Pájaros que se Alimentan de las Semillas

En partes de Africa y en otras áreas los pájaros como el mirlo desentierran y comen las semillas recién sembradas. Con frecuencia arrancan las plántulas jóvenes del maíz y otras gramíneas durante las primeras semanas del crecimiento.

El Control: Los espantajos son relativamente inefectivos, aunque enseres que hacen ruido pueden ofrecer un poco de control. Frecuentemente es necesario espantar los pájaros de los campos por dos o tres semanas después de la siembra cuando vienen a los campos a alimentarse temprano por las mañanas y por las tardes. Los agricultores a veces mojan la semilla con un insecticida de alta toxicidad como la Endrina o la Dieldrina antes de sembrar, o las esparcen como cebos. Esto es peligroso y puede causar la matanza indiscriminada de los

animales silvestres. Hay algunos repelentes menos peligrosos como el Mesural 50 por ciento polvo, que se mezcla con el maíz antes de la siembra a una tasa de 9-10 g/kg para repulsar los mirlos. El Mesurool puede dañar la semilla del maíz bajo condiciones frescas y húmedas. La espolvoración de las semillas con el fungicida Captan o la inmersión en trementina dan buenos resultados.

Quizás el método más eficaz es el método de las banderas en hilo continuo que usa banderitas de tela o de plástico de 5-6 cm de anchura y de 50-60 cm de largo. Las banderas están colocadas a intervalos de 1.5 m a un hilo fuerte que está atado a unas estacas gruesas de por lo menos 1.2 m de altura espaciadas a 15 m.

#### Los pájaros Quelea

El pájaro Quelea ("el Dioch de Cara Negra") es del tamaño de un gorrión y es el pájaro más destructivo a los cultivos de los granos. Se limita a las regiones del Sahel y las sabanas de Africa en una banda que corre de Senegal a Mauritania a Etiopia y hacia el sur por Africa Occidental y Africa Sureña y dentro de Angola.

Los pájaros congregan en grandes colonias nomádicas que se alimentan de las semillas de ambas las hierbas naturales y los cultivos como el mijo, el sorgo, el arroz, y el trigo, principalmente antes de que madure. (El maíz es menos afectado). Los Queleas comienzan a criar unas pocas semanas después de la estación de las lluvias y hacen sus nidos en los árboles espinosos o las hierbas de los ciénagos. Los estudios

en Senegal han mostrado que un árbol pequeño puede sostener hasta 500 nidos y los árboles más grandes hasta 5000-6000. Cada par de Queleas puede producir dos crías.

El Control: En las áreas susceptibles al ataque los habitantes edifican plataformas altas en los campos y mantienen vigilijs de hacer ruidos, a veces por muchas semanas, mientras el grano se está madurando. Los gobiernos con frecuencia hacen campañas de exterminación de los sitios de nidos y descansos con explosivos y lanzallamas, etc. Las autoridades en Africa del Sur mataron 400 millones de los pájaros con pulverizaciones aéreas en una campaña de cuatro años. A pesar de ésto, los Queleas generalmente vuelven en números crecidos dentro de uno o dos años, puesto que son muy nomádicos y tienen territorios de crianza extensos de una área estimada en los dos millones de millas cuadradas. Al presente, las variedades de cultivos resistentes a los pájaros no son muy exitosas contra el Quelea, y lo mismo se puede decir de los repelentes como Avitrol y Morkit.

#### Otros Pájaros que se Alimentan de las semillas

Los mirlos (mirlos americanos, estorninos, etc.) los gorriones, los cacatúas, los loros, las "galahs" y las palomas también se alimentan de los cultivos gramíneos, aunque generalmente en números menos asombrosos que los Queleas. Las variedades del sorgo resistentes a los pájaros (vea e Capítulo 3) son bastante efectivas en la repulsión de los pájaros mientras el grano se está madurando, pero pierden esta

habilidad cuando se acerca la cosecha. Los repelentes como el Avitol (aminopyridina) frecuentemente se usan con éxito en los Estados Unidos. Sin embargo, el resultado común del uso de repelentes en un campo es que los pájaros se van a atacar a otros campos que no están protegidos.

### Los Roedores

"La rata de la caña" (Thronomya sp.) puede causar pérdidas considerables de los cultivos de cereales durante las últimas etapas del crecimiento, especialmente si ha ocurrido mucho vuelco causado por vientos o enfermedades.

#### El control:

- Los campos se pueden mantener libres de roedores con un área de 2.0-3.0 de anchura alrededor de los límites del campo que se mantiene arrazado y limpio desde la siembra hasta la cosecha. Cercas construidas de hojas de palma de aceite o de bambú también son efectivas, especialmente si se ponen trampas o cepos en los espacios entre los estacos.
- El control de malezas en el campo es una ayuda.
- Las plantas inclinadas o caídas se deben apoyar y las hojas bajas que están secas se deben remover para dificultar el ascenso de las ratas.
- Muchos campesinos hacen campañas organizadas de erradicación. El mejor tiempo para estas campañas es durante la estación seca cuando las ratas se congregan en las pocas áreas que quedan de vegetación verde.
- Los repelentes como el Nocotox 20 pueden ser parcialmente efectivos.
- Hay que evitar que las ratas entren en los granos almacenados o en otras fuentes de comestibles que puede causar un crecimiento de población durante la estación seca. (Vea el Capítulo 7.)
- Se pueden usar cebos envenenados.

NOTA: La matanza de las ratas en el campo con venenos, trampas, y otros métodos no es una solución eficaz de largo plazo. La mejor medida es la prevención del crecimiento de las poblaciones; ésto requiere una coordinación de toda el área. El manual del Cuerpo de Paz/La Oficina Para la Colección y el Intercambio de Información Small Farm Grain Storage contiene una sección muy útil sobre el control de los roedores.

## 7. La Cosecha, el Secamiento, y el Almacenamiento

Para el agricultor, las exigencias de la agricultura no paran cuando un cultivo exitoso se madura en el campo. Las pérdidas entre la madurez y el consumo o la venta frecuentemente son serias, especialmente para el pequeño agricultor, y también son un factor mayor en el problema mundial de la alimentación. Este capítulo se enfoca en las prácticas específicas que pueden mantener estas pérdidas en un nivel mínimo.

### DESDE LA MADURACION HASTA LA COSECHA

#### El Maíz, El Sorgo, y el Mijo

Cuando estos cultivos de cereales llegan a la madurez fisiológica, el grano todavía está muy húmedo y suave para el

trillado (la separación del tallo o la mazorca) sin ocasionar daños, o para ser almacenado sin peligro del mildiu. La mayoría de los pequeños agricultores permiten que el cultivo se seque naturalmente en el campo por varias semanas antes de la cosecha, si no es que se necesita preparar el suelo para la próxima siembra. Durante este período de "secamiento", el cultivo es vulnerable a pérdidas causadas por varios factores:

- Los roedores: Las pérdidas son especialmente altas donde ha ocurrido mucho vuelco o quebramiento de tallos.
- El vuelco y la quebradura de tallos: Estos pueden ocurrir durante el período de secamiento y son favorecidos por las poblaciones demasiado altas de plantas, los niveles bajos de potasio en el suelo, los vientos fuertes, y las pudriciones de tallos. Estas condiciones fomentan daños por roedores y las pudriciones de los granos, especialmente cuando las mazorcas o las panojas tocan el suelo.
- Las pudriciones del grano: Las condiciones húmedas durante el período del secamiento pueden causar las pudriciones fungales de los granos (pudriciones de la panoja, podredumbre de la mazorca) o acelerar las pudriciones que habrán comenzado durante la etapa del llenado del grano. Algunos pequeños agricultores doblan las mazorcas hacia abajo cerca de la época de la maduración para evitar que el agua entre por los puntos.
- Los gorgojos y otros insectos del almacenamiento: Algunos insectos del almacenamiento como el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*) y la polilla de grano *Angoumis* (*Sitotroga* sp.) pueden volar a los campos e infestar los cultivos desde la etapa de la masa suave. Las variedades del maíz que tienen perfollos largas y estrechas tienen buena resistencia, pero las variedades de alto-rendimiento tienden a ser inadecuadas en este respecto.
- Los pájaros: La mayoría de las especies prefieren el grano más joven y más suave pero todavía pueden causar problemas después de la maduración del grano. Las variedades del sorgo resistentes a los pájaros pierden su habilidad repelente cuando se maduran.

- Los robos: Los agricultores deberían cosechar sus cultivos lo más pronto posible después de la maduración para evitar pérdidas por robos.

### Los Frijoles y las Arvejas de Vaca

Las pérdidas que ocurren entre la maduración y la cosecha de los frijoles y las arvejas de vaca son causadas por:

- El quebramiento de las vainas: Las semillas derramadas de vainas secas que se quiebran pueden ser un problema, pero las pérdidas generalmente no son serias excepto cuando la cosecha es tardía.
- Los gorgojos: (Vea la sección sobre el almacenamiento.) Estos no sólo son problemas serios de las leguminosas almacenadas sino que también pueden volar a los campos a infestar los frijoles y las arvejas de vaca poniendo sus huevos en las rayaduras o las lesiones de las vainas.
- La deterioración de las semillas: La deterioración puede ser un problema serio en los frijoles y las arvejas de vaca y puede ocurrir poco después de la maduración si la lluvia continua. Los estudios del IIAT han encontrado que la calidad de la semilla de la arveja de vaca decae rápidamente cuando la cosecha se demora. En pruebas bajo condiciones húmedas, la germinación cayó al 50 por ciento o menos dentro de tres semanas después de la maduración, y las pulverizaciones pre-cosecha de fungicidas fueron inútiles para la prevención.
- La maduración tardía: La literatura del CIAT menciona que las plantas del frijol pueden formar nuevo crecimiento y flores durante la maduración bajo lluvias espesas. El nuevo follaje puede interferir con el secamiento adecuado de las vainas en maduración y puede causar la pudrición.

### Los Cacahuetes

Los cacahuetes presentan un problema especial porque las nueces no se maduran simultáneamente. Esas que se maduran

primero se pueden desprender de las espigas antes de que el resto de la siembra llegue a madurarse. El cálculo del tiempo de la cosecha es crítico y se detalla en la próxima sección.

## LA COSECHA Y LA TRILLADURA

Casi todos los agricultores pequeños en los países en desarrollo cosechan sus sembrados de cereales y frijoles a mano y los trillan después. En el caso de los cacahuets, la cosecha requiere levantar las plantas y las espigas del suelo, y entonces permitir que se se curen (sequen) en el campo por un período de entre varios días a cuatro o seis semanas antes de la trilladura.

La trilladura consiste de la separación de los granos de la espiga, la mazorca, o las vainas por medio de golpes o pisoteos. Con el cacahuete, la trilladura separa las vainas de las espigas por las cuales están prendidas a las plantas y no incluye el desgranado actual. (Con el maíz, el término "desgranar" se usa en vez de "trillar".)

Con los cultivos de cereales y frijoles, el pequeño agricultor tiene varias opciones para el cálculo de la trilladura. Si el cultivo madurado ha estado en el campo por bastante tiempo durante el tiempo seco, las semillas pueden estar suficientemente bajas en humedad para ser trilladas

inmediatamente después de la cosecha sin dañarlas. Sin embargo, el agricultor puede preferir demorar la trilladura por dos razones:

- El grano puede todavía tener un contenido muy alto de humedad para escapar los pudrimientos cuando se almacena como semilla suelta. El grano almacenado en su forma no-trillada en la mazorca, la espiga, o la vaina se puede almacenar con mucho más seguridad a un contenido más alto de agua porque de este modo hay mucho más espacio para el aire para la ventilación y la continuación del proceso de secamiento.
- El maíz almacenado en mazorcas sin descascarar y las leguminosas almacenadas en sus vainas son más resistentes a las plagas del almacenamiento.

El ahecho sigue la trilladura y consiste de la separación de la ahechadura y otra pajas menudas del grano usando el viento, o el aire de abanicos. El ahecho a veces se tiene que repetir varias veces antes del consumo o la venta del grano y se suplementa con la remoción manual de piedras, terrones, y otras basuras más pesadas.

Pautas Para la Cosecha y el Desgranado del Maíz

#### La Determinación de la Madurez

En la zona de 0-1000 m de los trópicos, la mayoría de variedades del maíz llegan a la madurez fisiológica dentro de 90-130 días después de la emergencia de las plántulas o entre 50-58 días después que el 75 por ciento de las plantas hayan

producido hilachos. Cuando se acerca la maduración, las hojas de abajo comienzan a amarillentarse y morir. En las plantas sanas y bien alimentadas, ésto no debería ocurrir hasta que las mazorcas estén casi maduras. Idealmente, la mayoría de las hojas deberían quedarse verdes cuando las perfolias comienzan a oscurecerse. Desafortunadamente esas plantas de alto-rendimiento no son la norma en los campos del pequeño agricultor por los factores de baja fertilidad, insectos, enfermedades, y el control inadecuado de malezas. Más típicamente, la mayoría de las hojas están muertas cuando la planta se madura.

El método "capa negra": Cuando un grano de maíz llega a la madurez fisiológica (el máximo peso seco), la capa exterior de células a la base donde conecta con la mazorca se muere y se torna en negro, así parando la transferencia de nutrimentos de la mazorca al grano. Esta "capa negra" provee una indicación de la madurez. La capa se puede ver desprendiendo el grano de la mazorca y examinando la base. Los granos recién madurados tienen que ser abiertos a lo largo para exponer la capa negra. Pero con los granos más viejos, la capa se puede ver fácilmente raspando la base con la uña.

Acuérdese que la madurez fisiológica no ocurre hasta que todo el almidón líquido del grano se haya solidificado. Este proceso comienza al punto del grano y se mueve hacia abajo a la base. Los granos al punto de la mazorca son los

primeros que se maduran, seguidos por los del centro y finalmente los de la base (la diferencia no es más que unos pocos días).

En las plantas sanas, el contenido de agua de las semillas a la etapa de la madurez fisiológica varía entre 28-36 por ciento. Esto generalmente es muy alto para la trilladura sin daños o el almacenamiento sin mildiu excepto el almacenamiento en forma de mazorcas guardadas en un resguardo muy estrechó. La capa negra se puede formar mucho más temprano si hay condiciones adversas durante el crecimiento. Estos granos quedan pequeños y arrugados y tienen un nivel mucho más alto de contenido de agua cuando se forma la capa negra.

La tasa de secamiento del maíz: Cuando las plantas del maíz se dejan en el campo después de la maduración, los granos pierden entre 0.25 - 0.5 por ciento de humedad por día, pero esto puede variar entre 0.1 -1.0 por ciento según las condiciones del tiempo y si las mazorcas están dobladas hacia abajo para prevenir la entrada del agua.

#### Los Métodos de Cosechar el Maíz:

- A mano: Las mazorcas son removidas manualmente de las plantas espinochándolas o no-espinochándolas. Las mazorcas espinochadas (descascaradas) requieren un espacio mucho más pequeño y son más resistentes a los insectos, pero pueden pudrirse más fácilmente si se almacenan a un nivel alto de contenido de agua.
- A máquina: Cosechadoras de tractor y cosechadoras-trilladoras pueden manejar una o dos hileras a la vez, pero las cosechadoras manuales pueden cosechar hasta seis y ocho hileras. Con un cambio del apero delantero (la "cabeza"), las

cosechadoras pueden cosechar otros cultivos de cereales (si no son muy altos) y las judías enanas, pero no se pueden usar para los cacahuetes. Las cosechadoras-trilladoras bien calibradas o ajustadas no deberían ocasionar pérdidas de más del 2 por ciento y cuatro por ciento respectivamente si el vuelco no es severo.

### Cuando Comenzar la Cosecha

La cosecha debería comenzar tan pronto sea posible después de la maduración, pero la fecha depende del método de cosechar, almacenar, y secar.

La cosecha a mano: Puesto que las mazorcas descascaradas (espinochadas) se pueden almacenar adecuadamente en graneros estrechos (vea la sección sobre el almacenaje) con contenidos de agua en el grano hasta el 30-32 por ciento, la cosecha se puede comenzar al punto de la maduración o poco después. La mayoría de los pequeños agricultores prefieren dejar que el maíz se seque un poco más en el campo antes de cosecharlo.

### La cosecha por máquina

- Las máquinas cosechadoras: Si el almacenamiento es en graneros estrechos (vea la sección sobre el almacenamiento), la cosecha mecánica se puede comenzar una vez que el contenido de agua del grano ha bajado al 30-32 por ciento.
- Las cosechadoras-trilladoras: En este caso, el secamiento adecuado y los daños al grano por el desgranado son los problemas principales. En los trópicos, el maíz desgranado con un porcentaje de más de 14 por ciento de agua en el grano no se puede almacenar por más de una semana o unos pocos meses sin pudriciones. El secamiento rápido es esencial y generalmente requiere secadoras de aire calentado cuando se trata del grano en grandes cantidades. Los daños ocasionados por la trilladura mecánica (el desgranado) pueden ser serios con contenidos de agua más de 28-30 por ciento o menos de 15-18 por ciento.

## Los Métodos de Desgranar el Maíz

Si se hace muy asperamente o a un nivel de contenido de agua muy alto, el desgranado puede ocasionar daños al grano como la pérdida del punto, el quebramiento, las rajaduras, y la trituration. Los estudios han mostrado que los granos lastimados se pudren entre dos y cinco veces más rápido que los sanos durante el almacenamiento. Las variedades de alta-lisina y otros tipos harinosos son más susceptibles a daños. Los métodos del desgranado y las pautas para los pequeños agricultores incluyen éstas:

### Los Métodos Tradicionales

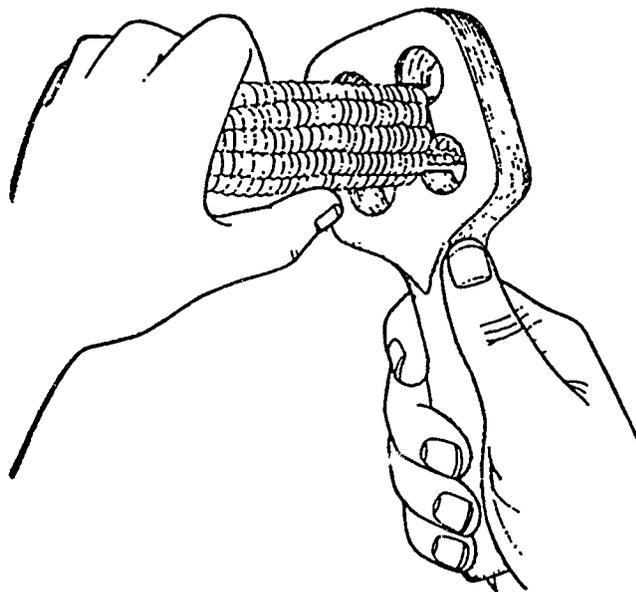
- A mano: Este método es muy largo y de uso intensivo de mano de obra, pero causa pocos daños a los granos. Es más preciso que los otros métodos y permite la separación de los granos dañados e infestados por insectos. Este método es más adaptado a cantidades pequeñas.
- Por trilladura: Las mazorcas secas se meten en sacos y son golpeadas con palos. Este método es más rápido pero menos completo que el desgranado manual y puede ocasionar daños.

### Los Métodos Mejorados

- Máquina desgranadora manual de madera: El modelo mostrado en el dibujo fue desarrollado por el Instituto de Productos Tropicales (Tropical Products Institute) y produce más o menos 80 kg/hora. (Los diseños son disponibles por medio de la Oficina Para la Colección y el Intercambio de Información.) Otros tipos de desgranadores manuales son disponibles comercialmente. Las mazorcas tienen que ser descascaradas primero.
- Máquinas desgranadoras de movimiento manual o de pie: Los pequeños modelos de movimiento manual tienen tasas de producción de 50-130 kg/hora. El Ransomes Cobmaster desgranador de pie de dos mazorcas rinde 750-900 kg. Solicite los detalles de Ransomes Ltd., Ipswich IP3 9QG, England. El maíz que tiene un contenido muy alto o muy

bajo de agua con frecuencia es dañado, pero esto se puede observar. Las mazorcas tienen que ser descascaradas primero.

- Los desgranadores de motor producen rendimientos de 1000-5000 kg/hora. Los detalles anteriores también son aplicables a este tipo.



Un desgranador manual de maíz hecho de madera.

### Los Métodos del Ahecho

El método tradicional es el uso del viento, pero los abanicos manuales o de pie pueden ser contruidos fácilmente. Los modelos más grandes vienen equipados con sopladores.