

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT  
WASHINGTON, D. C. 20523  
**BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET**

**FOR AID USE ONLY**  
BATCH 45

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY Food production and nutrition	AF00-0000-0050
	B. SECONDARY Plant production--Tropics	

2. TITLE AND SUBTITLE

Guia para cultivos en los tropicos y los subtropics

3. AUTHOR(S)

(100) Litzenger, S.C.; (101) AID/RTAC, Mexico

4. DOCUMENT DATE 1976	5. NUMBER OF PAGES 219p.	6. ARC NUMBER ARC
--------------------------	-----------------------------	----------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

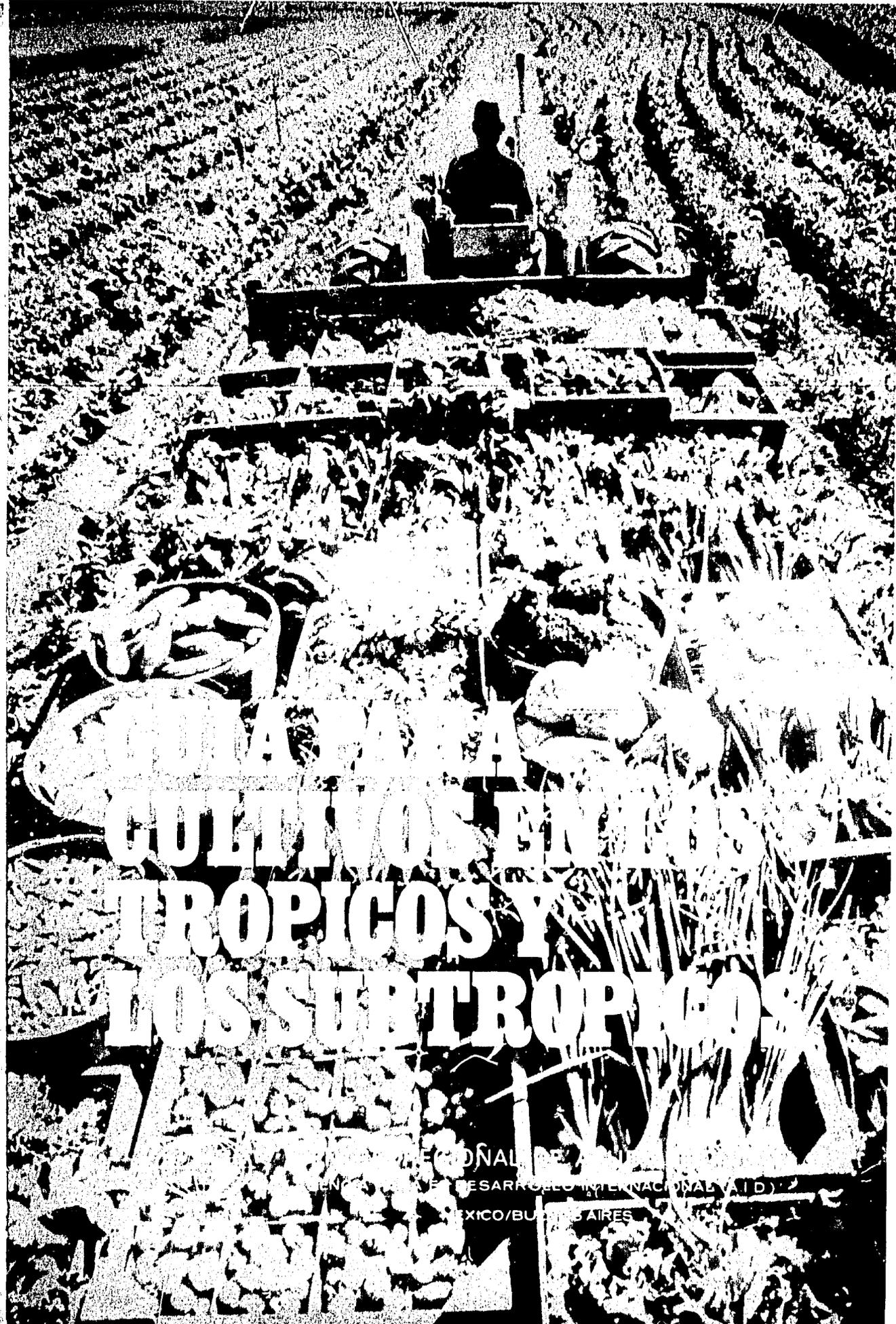
AID/TA/AGR

8. SUPPLEMENTARY NOTES (Sponsoring Organization, Publishers, Availability)

(In English and Spanish; English, 321p.:PN-AAB-952)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER PN-AAC-924	11. PRICE OF DOCUMENT
12. DESCRIPTORS Fiber crops Grain crops Grain legumes Manuals Oilseed crops Starch crops Tropics	13. PROJECT NUMBER
	14. CONTRACT NUMBER AID/TA/AGR
	15. TYPE OF DOCUMENT



# MANEJO DE CULTIVOS EN LOS TROPICOS Y LOS SUBTROPICOS

ORGANIZACION REGIONAL DE  
AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
COMISION MEXICANA DE DESARROLLO INTERNACIONAL (A.I.D.)  
MEXICO/BUENOS AIRES

Primera edición en español, 1976

**NOTA A ESTA EDICION**

Esta publicación es traducción de **GUIDE FOR FIELDS CROPS IN THE TROPICS AND THE SUBTROPICS** (November 1974) editada originalmente en inglés por Samuel C. Litzenger, Chief Crops Production Division, Office of Agriculture, Technical Assistance Bureau, Agency for International Development, Washington, D.C. 20523. La presente edición la preparó el Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Centro es una organización dedicada a la producción de versiones en español del material fílmico e impreso de los programas de cooperación técnica de la Alianza para el Progreso. Este material es distribuido exclusivamente a través de las Misiones de A.I.D. en cada país latinoamericano.

AID/RTAC, Buenos Aires  
PN-AAC-924

# **GUIA PARA CULTIVOS EN LOS TROPICOS Y LOS SUBTROPICOS**

**Por**

**Samuel C. Litzenberger**  
**Jefe de la División de Producción de Cultivos**

**Oficina de Agricultura**  
**Oficina de Asistencia Técnica**  
**Agencia para el Desarrollo Internacional**  
**Washington, D.C. 20523**



**CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA**  
**AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A.I.D.)**  
**MEXICO/BUENOS AIRES**

## **RECONOCIMIENTOS**

La División de Producción de Cultivos, de la Oficina de Agricultura, bajo cuya supervisión fue concebido y editado en su forma final este manuscrito, agradece la ayuda recibida de numerosos científicos en materia de cultivos y de organismos afines estatales, nacional e internacionales. Se agradece, en particular, a dos consejeros agrícolas de la AID a Howard B. Sprague por colaborar en la preparación del primer borrador del manuscrito "Cultivos del Campo", y a Elton G. Nelson que colaboró en la revisión general, la edición y la corrección de pruebas, así como en los capítulos referentes a cultivos fibrosos. Igualmente se reconoce con gratitud a los muchos científicos, en número de 40 aproximadamente, que en forma tan generosa dedicaron su tiempo a editar los 40 capítulos de este libro. El nombre de cada uno se indica como nota al pie de página al iniciarse cada nuevo capítulo.

También se expresa gratitud especial para el personal secretarial y de mecanografía—Joyce Freeman, Alisare Greenwood y Cleo Leppo—sin cuya colaboración este libro no habría sido posible.

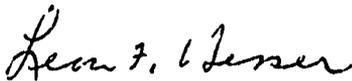
## PREFACIO

En las zonas tropicales y subtropicales del mundo, las gramíneas constituyen la parte principal de la dieta para la mayoría de los seres humanos. Las gramíneas alimenticias, junto con los cultivos fibrosos y los especializados, son también una de las principales fuentes de divisas. A estos artículos se refiere esta *Guía de Cultivos en los Trópicos y los Subtrópicos*. La Guía estudia situaciones generales; las aplicaciones locales están más allá del alcance de este volumen de tamaño mediano, pero la información básica que aquí se presenta permitirá hacer adaptaciones para cada región.

La Guía está diseñada para que la usen el personal de ayuda al extranjero y quienes cooperan con él. Está destinada específicamente a los programas de las Misiones de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) de los E.U.A., colaborando con los gobiernos locales. El texto está escrito en lenguaje llano porque no sólo los especialistas en esos cultivos se ven precisados a ofrecer información al respecto. También se formulan preguntas a los no especialistas y a quienes se especializan en otros terrenos, como dirigentes y consejeros nacionales, y miembros del Cuerpo de Paz y de compañías internacionales, misioneros, maestros, investigadores y estudiantes. La información sobre el tema puede encontrarse en la literatura científica, en libros de texto y en otros documentos, pero es raro encontrar una recopilación de información actual en forma accesible para la consulta.

Esta Guía concisa y actualizada se compone de 40 capítulos. Los cuatro primeros representan una introducción general y se refieren muy extensamente a los importantes renglones de clima, suelo, cultivos y sistemas de labranza en lo que se refiere a los trópicos y los subtrópicos. Los otros 36 capítulos se dividen como sigue: 6 sobre cereales, 9 sobre leguminosas comestibles, 6 sobre oleaginosas, 7 sobre raíces o tubérculos y plátanos, 6 sobre cultivos fibrosos principales y 2 sobre otros cultivos comerciales. Esos capítulos no pretenden abarcar los factores de la provisión de insumos, como suministros nacionales de fertilizantes, insecticidas y fungicidas.

Los importantísimos temas del crédito y el mercadeo no se abordan aquí y, cuando mucho, solo se menciona brevemente el uso final de los cultivos. Esta Guía trata solamente los aspectos físicos y biológicos de la producción, con el propósito de ofrecer una base sólida para la aplicación de los factores económicos y sociales indispensables para un saludable desarrollo agrícola.



Leon F. Hesser

Director Interino  
Oficina de Agricultura  
Oficina de Asistencia Técnica

## CONTENIDO

Capítulo	Sección general	Página
1	Introducción .....	1
2	El ambiente tropical para la producción de cultivos .....	4
3	Sistemas agrícolas para los trópicos y los subtrópicos .....	17
4	Principios generales para mejorar la producción de cultivos en los trópicos y los subtrópicos .....	21
<i>Cultivos de cereales</i>		
5	Arroz .....	30
6	Maíz .....	42
7	Sorgo .....	49
8	Mijo .....	56
9	Trigo .....	60
10	Cebada .....	64
<i>Legumbres comestibles de grano</i>		
11	Frijol .....	68
12	Caupí .....	73
13	Garbanzo .....	77
14	Lentejas .....	82
15	Haba .....	87
16	Mongo .....	92
17	Arveja .....	97
18	Guisantes .....	102
19	Leguminosas alimenticias secundarias .....	107
<i>Semillas oleaginosas</i>		
20	Cacahuete .....	113
21	Soya .....	119
22	Ajonjolí .....	124
23	Girasol .....	129
24	Cártamo .....	135
25	Ricino .....	139

### *Féculas*

26	Plátano .....	143
27	Taro y malanga .....	150
28	Mandioca .....	153
29	Ñame .....	157
30	Batata .....	161
31	Papa .....	164
32	Cebolla .....	168

### *Fibras*

33	Algodón, fibra y semilla .....	172
34	Yute .....	178
35	Kenaf .....	181
36	Ramio .....	185
37	Abacá, cáñamo de Manila .....	188
38	Sisal, henequén y fibras duras similares .....	191

### *Cultivos especiales*

39	Pelitre .....	195
40	Tabaco .....	198
	Referencias seleccionadas .....	207
	Factores de conversión .....	209
	Índice .....	211



## CAPITULO I

### INTRODUCCION<sup>1</sup>

Esta Guía de Campo se ofrece como una ayuda adecuada para producir más eficazmente cultivos seleccionados en los países menos desarrollados de los trópicos y los subtropicos. Se orienta específicamente hacia el pequeño agricultor, más que hacia la agricultura en grandes plantaciones. Esto se debe en parte a que los pequeños agricultores, en conjunto, siguen produciendo la mayor parte de los alimentos para el consumo total en todas las naciones, tanto en beneficio del sector rural como del urbano. Además, las poblaciones rurales de esos países representan del 50 al 90% de la población total nacional y es imperativo que haya un incremento significativo en el ingreso rural y en la distribución de tal ingreso. La producción eficaz de cultivos alimenticios y comerciales es un método primario para el adelanto de la economía rural y de la calidad de la vivienda en el campo. Esto no pretende desdeñar los objetivos de la industrialización ni los de otros medios que intentan el progreso nacional mediante el desarrollo de recursos rurales. Por el contrario, el desarrollo rural en buen equilibrio con el crecimiento urbano, la industrialización y el comercio, parece ser un requisito básico para el adelanto de toda nación. Un método principal para crear mejores oportunidades para las mayorías constituidas por los pequeños agricultores y sus familias consiste en producir cultivos más eficazmente a fin de satisfacer las necesidades alimenticias de la familia y contar con cultivos comerciales que llenen otras necesidades familiares.

#### *Satisfacción de las necesidades alimenticias*

¿Qué tan importante es, para las naciones en desarrollo, poder satisfacer sus crecientes necesidades alimenticias y qué papel desempeña el pequeño agricultor en la producción total de alimentos?

La población mundial crece a un ritmo de 2.6% al año y, para 1985, se calcula que aumentará en total a 2,000 millones de personas. Se ha predicho que las dos terceras partes de ese incremento se producirán en las naciones menos desarrolladas que se encuentran en los trópicos y los subtropicos. La FAO ha estimado que la producción mundial de alimentos deberá incrementarse en un 140%, cuando menos para 1985 (por encima de 1965), para conjurar el espectro de las hambrunas recurrentes y extensas. Evidentemente, para cada nación tropical y subtropical, la producción adicional de alimentos debe igualar al crecimiento de la población a fin de prevenir el empeoramiento de la situación alimentaria actual; además, se necesita un incremento aún mayor para ayudar a las regiones que actualmente sufren carencias en sus reservas de alimentos, y para proporcionar dietas mejor balanceadas en proteínas, minerales y vitaminas. Más aún, se requieren incrementos sustanciales en la producción de cultivos para proporcionar los excedentes que permitirán al pequeño agricultor el ingreso a la economía monetaria, que le hagan factible la adquisición de mejor vestido, casa, sanidad y servicios médicos, educación y comunicaciones.

La perspectiva no es sombría. Los éxitos obtenidos con el arroz "milagro", surgido del International Rice Research Institute (IRRI) en las Filipinas, y el trigo "mexicano" del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) en México, demuestran claramente que son posibles los grandes adelantos. La producción mejorada de esos dos cultivos en relativamente pocas naciones extensas ha revelado que la producción de alimentos ha ido a la par de las necesidades alimentarias, con ventaja, en dichos países, invirtiéndose así los papeles en una larga lucha. Si se amplían los principios básicos que hemos

<sup>1</sup> Editado por C. A. Breitenbach, Regional Rural Development Officer, Latin American Bureau, Agency for International Development, Washington, D. C. 20523.

aprendido con el arroz y el trigo para que abarquen a todos los demás cultivos alimenticios importantes, e incluyendo otras plantas que se cultivan en rotación para su venta, se podría transformar la situación económica de las naciones en desarrollo y se lograría el bienestar de sus poblaciones rurales.

### *Una mejor nutrición*

Debe prestarse especial atención al problema de la malnutrición proteínica, tan difundida en los trópicos y en los subtrópicos. La malnutrición resultante de una deficiencia en el total de calorías ingerido es el problema más evidente en cualquier región, pero la malnutrición de origen proteínico es aún más grave y más difícil de combatir que el hambre en términos generales. La malnutrición proteínica es más grave en el caso de los infantes en el destete, las embarazadas, las madres que amamantan y los niños más pequeños en edad escolar. Esta carencia puede entorpecer el desarrollo del sistema nervioso central, así como las dimensiones corporales, creándose generaciones de gente debilitada.

El suministro total de proteínas es aún más escaso, en los trópicos y los subtrópicos, que los alimentos energéticos, y se han hecho todavía menores esfuerzos para proporcionar más alimentos proteínicos. Las perspectivas de progresos efectivos en la producción de proteínas animales (carne, leche, huevos, pescado) a fin de corregir las deficiencias actuales en el suministro total de proteínas, para ir a la par del crecimiento demográfico, no constituyen un panorama alentador. Gran parte del incremento proteínico destinado a balancear la dieta humana debe provenir de cultivos ricos en proteínas, incluyendo ocho de las principales leguminosas alimenticias de grano (frijol, guisante, garbanzo, lenteja, mungo, arveja, haba, caupí) cacahuete y soya, así como los cultivos de semillas oleaginosas—algodón, ajonjolí, girasol y cártamo. Todos estos son cultivos tropicales y subtropicales y podrían representar cultivos económicamente productivos, además de ser fuentes de proteínas para la dieta. Todos esos cultivos pueden volverse mucho más productivos que en la actualidad; resisten bien el almacenamiento y pueden servir de alimentos básicos para la población urbana en mucho mayor medida que hoy en día. A cada uno de esos cultivos se dedica algún capítulo.

Se han registrado progresos considerables en el mejoramiento genético del valor nutricional de los cultivos desde 1964, cuando los cien-

tíficos de la Universidad Purdue descubrieron que el gene opaque—2 del maíz no solo aumenta materialmente el contenido de los dos aminoácidos, lisina y triptófano, sino que también incrementa considerablemente el valor nutritivo, en comparación con el maíz normal.

Por ejemplo, si se alimenta a animales monogástricos con grano opaque —2, se obtienen aumentos de peso varias veces mayores a los que se derivan del maíz normal. En la actualidad, los investigadores encargados de mejorar el maíz en todo el mundo apoyan programas tendientes a desarrollar híbridos o variedades de opaque—2, cuyo valor nutritivo ha demostrado ser igualmente superior para los seres humanos. Más recientemente, se descubrió en Purdue la existencia de dos líneas de sorgo etíope que mostraron el mismo valor superior para la alimentación biológica que el maíz opaque—2. Estas líneas no sólo tienen registros altos en lisina, el aminoácido nutricionalmente limitante, sino que también son mucho más ricos en proteínas y al mismo tiempo contienen poca tanina, factor responsable de una reducción en la digestibilidad de la proteína en el grano de sorgo. En el caso del trigo, la Universidad de Nebraska está incorporando regularmente el gene "Atlas" para permitir un incremento en la proteína (de alrededor del 25%) en sus mejores tipos comerciales. Se esperan mayores mejoramientos en el contenido proteínico, sin que se produzca la pérdida proporcional de lisina, empleando nuevos derivados de otras fuentes genéticas que se usan como progenitoras. Similares mejoramientos en el contenido proteínico de las variedades de arroz se han alcanzado en el IRRI de las Filipinas, del mismo modo que se han obtenido con el trigo.

En la Universidad de Illinois, descubrieron que el frijol de soya industrial puede prepararse en el hogar o en la aldea, lo cual redundaría en un producto esencialmente igual al frijol, en consistencia y aceptación, pero doblemente nutritivo. El desarrollo de un cultivo hecho por el hombre que se llama triticale, logrado en México por un grupo internacional de científicos en CIMMYT, a partir de un cruzamiento de trigo con centeno ofrece también posibilidades para mejorar el valor nutricional del grano resultante, por encima del que puede obtenerse del trigo, en vista de que posee un mayor contenido de proteínas y lisina. Con la cebada, las elevadas líneas de lisina han sido aisladas por científicos europeos y ahora las están empleando los principales científicos para mejorar el valor nutricional de los tipos comerciales de esta planta en todo el mundo.

### ***Utilización de los recursos naturales***

La agricultura de toda nación se basa en sus recursos de tierra y suelo, su clima y la vegetación natural que sirve de indicador de la productividad agrícola, así como de la habilidad de sus habitantes para aprovechar esos recursos en la producción de cosechas y ganado. La producción agrícola ofrece gran diversidad que puede ser explotada si se eligen las plantas mejor adaptadas a las distintas regiones climáticas y a los diferentes suelos, y si se recurre a las prácticas de manejo y administración que proporcionen los mejores dividendos para los insumos y la mano de obra utilizados.

La producción de cultivos debe desempeñar un papel apropiado en la utilización de los recursos naturales, conjuntamente con la agricultura destinada a animales, la silvicultura, la caza y la fauna silvestre. Siempre que la producción de cultivos constituya la mejor utilización del suelo y de los recursos climáticos, entre las distintas alternativas de aprovechamiento, debe recibir la aplicación cabal de la ciencia y la tecnología modernas para que los cultivos seleccionados sean lo más productivos que resulte factible. Para elegir con prudencia, es conveniente tener el conocimiento, para cada cultivo, de las adaptaciones naturales, los usos actuales y el poder potencial de rendimiento, las características de la planta y las posibles variedades y prácticas de cultivo mejoradas que permitan alcanzar una mayor eficiencia en la producción.

En cada uno de los treinta y seis capítulos dedicados a cultivos específicos, se presta atención a las condiciones climáticas y del suelo necesarias para la producción satisfactoria de cada tipo de planta, y las prácticas de cultivo que mejor partido saquen de esos recursos naturales. Nuestra intención es que esa información ayude a evaluar la utilidad potencial de otros posibles cultivos a fin de satisfacer las condiciones imperantes en cada región, y servir de orientación en la selección de las especies vegetales más prometedoras. Esta información puede ser útil también al planear rotaciones de cultivo, y al elegir los cultivos más adecuados para un sistema agrícola seleccionado, para su inclusión en las operaciones de cada año. La información general sobre cada cultivo puede ayudar en la planificación de sistemas agrícolas que utilicen de un modo más adecuado la ciencia y la tecnología de la agricultura moderna.

### ***Ayuda al pequeño agricultor***

Al pretender demostrar el modo como la nueva tecnología mejora la eficiencia en la pro-

ducción de cultivos, se insiste en los métodos que resultan factibles para el pequeño agricultor. Para alcanzar la máxima utilidad, las prácticas deben ser intensivas en términos de mano de obra y no en función del capital, siempre que sea económicamente factible, a fin de que se proporcione mayor oportunidad de empleo a las poblaciones rurales. Se intenta ayudar a cada hombre para que llegue a ser más productivo, cerciorándonos de que sus esfuerzos redunden en mayores rendimientos en términos del tiempo dedicado a cada cultivo. Este objetivo es enteramente compatible con mayores rendimientos vegetales por hectárea, y con dividendos más considerables por cada unidad de fertilizante o de los demás insumos empleados en la producción.

### ***Aplicación de la tecnología a la agricultura local***

Queda plenamente reconocido el hecho de que los tratamientos generalizados de la producción de cultivos que se presentan en cada capítulo no incluyen la información más detallada que resulta necesaria para ciertas regiones en particular. Se espera que esta guía práctica sirva primordialmente como marco de referencia, susceptible de ser ampliada por los especialistas de extensión dentro de cada país, a fin de proporcionar las recomendaciones detalladas para que los agricultores locales apliquen la nueva tecnología.

### ***Traslado de los productos al consumidor***

Debe reconocerse la necesidad de un esfuerzo suplementario, de los gobiernos y de las empresas, para mantener el flujo de insumos que necesitan los agricultores, y para mejorar el sistema de mercadeo en su totalidad, desde el punto en que el agricultor entrega las cosechas, hasta la consumación de la compra por el consumidor, o su llegada a los centros de exportación. Un mayor volumen de producción y una cosecha más eficiente no benefician, por sí solos, ni a los agricultores ni a la economía nacional, a menos que se realicen mejoras paralelas en la recolección, el almacenamiento, el procesamiento, la distribución y la venta al por menor de los vegetales. Debe reconocerse que el agricultor coopera en el desarrollo de la economía nacional, y ha de recibir el reconocimiento y la protección del gobierno, ante los encargados del procesamiento y el mercadeo, en la misma medida que dicho gobierno pretende mejorar la productividad y la eficiencia agrícola. A menos que se preste atención anticipada a todo el proceso de mercadeo, el mejoramiento en la producción de cultivos puede tener escaso valor para el agricultor en particular y para la nación.

## CAPITULO 2

### EL AMBIENTE TROPICAL PARA LA PRODUCCION DE CULTIVOS<sup>1</sup>

La necesidad de incrementar la producción de cultivos para las poblaciones en crecimiento exige la expansión de las áreas destinadas a la agricultura, o el mejoramiento de la productividad dentro de las tierras agrícolas actuales. Ambas medidas serán necesarias y el éxito que se alcance dependerá de la comprensión de lo que es factible con la tecnología actual.

Los factores ambientales básicos que determinan la capacidad de la tierra son la forma del terreno, las condiciones del suelo y el patrón climático de la temperatura y la lluvia. Las zonas de vegetación nativa constituyen un indicador adecuado del potencial que poseen las distintas regiones para usos específicos, ya que dichas zonas son el producto de tierra, suelo y clima. Sin embargo, la producción agrícola es factible en casi cualquier combinación ambiental, ya sea mediante la elección de los cultivos adaptados a ella o por la modificación de los factores limitantes que existen en el ambiente, como sucede con el empleo de fertilizantes para corregir las deficiencias de la fertilidad del suelo, la adaptación de los sistemas agrícolas para aprovechar la lluvia, el riego en regiones y estaciones secas, el ajuste de la temporada de cultivo según la longitud que se pronostique para la temporada "lluviosa", etc.

La producción de cultivos ha cambiado considerablemente, comparada con las características que prevalecían hace 100 años, hace 50 o incluso hace 25 años. Los cambios han sido mayores en las regiones donde se ha efectuado más intensamente la investigación agrícola y donde los frutos de dicha investigación han encontrado su aplicación en una tecnología mejorada. Los cambios más evidentes han sido la introducción de "nuevos" cultivos en varias regiones tropicales, como en el caso de la difusión de plátano, papa y maíz, para mencionar solo unos cuantos. Sin embargo, el muy reciente desarrollo de tecnologías mejoradas, como las que crearon el arroz "milagro" y los trigos "mexicanos", ha sido un poderoso estímulo para todos los países donde estas innovaciones en particular han sido adoptadas: Esos

ejemplos pueden llegar a ser los troncos que se ramifiquen en grandes adelantos en todo el ámbito de la agricultura. Dichos adelantos pueden representar (1) una comprensión más cabal de cada cultivo y de su adaptación al ambiente regional, (2) la investigación esencial sobre producción de nuevas variedades vegetales, control de plagas, modificación de las prácticas de cultivo, incluyendo fecha de siembra y empleo de fertilizantes, y de las prácticas de recolección y (3) programas asociados de establecimiento de precios y mercadeo. Todos los factores básicos que dieron lugar a la "revolución verde" con el arroz y el trigo deben estudiarse para otros cultivos alimenticios y para los cultivos comerciales afines que pueden tener cabida en los sistemas agrícolas. Este capítulo describe, a grandes rasgos, los aspectos generales de los ambientes tropicales y subtropicales que tienen aplicación directa en la producción de cultivos, y sugiere las cuestiones que pueden afectar a cada uno de ellos.

Los climas de los trópicos y los subtrópicos se presentan en la figura 1, y la duración de las temporadas áridas se muestra en la figura 1a. Los factores básicos que caracterizan esas zonas son las temperaturas resultantes de su posición geográfica en las latitudes tropicales, o en latitudes vecinas, y la modificación de las temperaturas provocada por su configuración, particularmente la altitud, ya que las altitudes más elevadas suelen reducir la temperatura de la tierra, y el incremento de la precipitación pluvial en la dirección en que se mueven las masas de aire (vientos).

Los climas de los trópicos y los subtrópicos<sup>(1)</sup> se clasifican de la manera siguiente (figura 1):

- A. *Climas de los trópicos*
  - V. 1. *Climas tropicales lluviosos.*
  - V. 2. *Climas tropicales húmedos de verano.*

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

(1) De "Seasonal Climates of the Earth" por C. Troll y K. H. Paffen, 1966. Pub. por Springer-Verlag.

- V. 2a. *Climas tropicales húmedos de verano con inviernos húmedos.*
- V. 3. *Climas tropicales húmedos-secos.*
- V. 4. *Climas tropicales secos.*
- V. 4a. *Climas tropicales secos con inviernos húmedos.*
- V. 5. *Climas tropicales semidesérticos y desérticos.*

**B. *Climas de las zonas subtropicales y templadas cálidas***

- IV. 1. *Zonas mediterráneas de verano seco-invierno húmedo.*
- IV. 2. *Clima de estepa\* de verano seco con inviernos húmedos.*
- IV. 3. *Clima de estepa\* con corta humedad en verano.*
- IV. 4. *Climas de invierno seco con larga humedad en verano.*
- IV. 5. *Climas semidesérticos y desérticos.*
- IV. 6. *Clima de pradera permanentemente húmedo.*
- IV. 7. *Climas permanentemente húmedos con veranos cálidos.*

La duración de las temporadas áridas en los trópicos<sup>(2)</sup> se presenta en la figura 1a, como sigue:

1. Trópicos húmedos—menos de 2½ meses de secas.
2. Trópicos intermedios.
  - a. Trópicos húmedo-secos—de 2½ a 5 meses de secas.
  - b. Sabanas tropicales—de 5 a 7½ meses de secas.
3. Trópicos secos.
  - a. Zonas tropicales sahelianas y semi-desérticas—de 7½ a 10 meses de secas.
  - b. Desiertos tropicales—de 10 a 12 meses de secas.

Resulta claro que la duración de la temporada de secas tiene importancia vital en la producción de cultivos ya que el crecimiento de las plantas se produce, en su mayor parte, durante la temporada más húmeda. La temporada de

\* Nota: Los climas de estepa incluyen zonas subhúmedas (sabanas) y zonas semi-áridas (regiones sahelianas).

<sup>(2)</sup> Mapa por David R. Harris, Pub. en *American Scientist*. Mar. - abril 1972.

crecimiento puede prolongarse en los suelos más profundos con características superiores de almacenamiento de la lluvia, en la medida que el manejo del suelo sepa sacar partido a este potencial.

Para cada país en desarrollo resulta útil identificar su ubicación con respecto a las zonas climáticas por dos razones principales: (1) las características climáticas y su significado para la producción de cultivos quedan así reconocidos, y (2) otras regiones del mundo, ubicadas en zonas climáticas similares, pueden ser fuentes de información sobre mejores tecnologías o variedades superiores de importantes especies de cultivo, para el uso local.

***Conformación de la tierra***

Considerando que las zonas climáticas son producto de la conformación y la altitud de la tierra, y de los patrones de precipitación pluvial que quedan determinados por los vientos dominantes en la temporada, así como por la altitud, resulta útil examinar la figura 2—el mapa de las conformaciones generales de la tierra, y la figura 3—precipitación anual promedio.

*Las conformaciones de la tierra*, figura 2, se clasifican de la manera siguiente:

1. *Planicies*: con relieves superficiales de menos de 170 m.
2. *Mesetas*: con altitudes considerables, pero con altiplanicies moderadamente lisas, separadas por valles fluviales.
3. *Colinas*: con relieve local de 170 a 600m, tan intensamente surcadas por la erosión fluvial (a lo largo del tiempo geológico), que contienen pocas altiplanicies.
4. *Montañas*: más escarpadas que las colinas, con características topográficas de diseño más complicado, contando generalmente con relieves mayores de 600m, incluyendo por lo general laderas empinadas y valles estrechos.

El empleo de estas conformaciones de tierra para la producción agrícola guarda una relación directa con las pendientes superficiales de cada zona. El mayor porcentaje de las tierras de *planicies* tienen pendientes suficientemente suaves para permitir un máximo de absorción y almacenamiento del agua de lluvia en el perfil del suelo, y representan el menor peligro de pérdidas por erosión del suelo. Las *mesetas* tienen una utilidad agrícola reducida a causa de las pendientes más empinadas que se encuentran en las márgenes de los valles fluviales. Las

*collinas* suelen tener un alto porcentaje de tierras demasiado empinadas para permitir la agricultura, salvo cuando se encuentran escalonadas en terrazas o bancales. Resulta mejor que estén ocupadas permanentemente por plantas forrajeras perennes y por pastizales naturales o por bosques. Las zonas de *montaña* no son labrantías, exceptuando los terrenos nivelados que se encuentran junto a las corrientes de agua en el fondo de los valles fluviales relativamente estrechos. Gran parte de esta tierra constituye la planicie aluvial, expuesta a inundaciones periódicas.

### **Precipitación anual promedio**

La cantidad total del agua de lluvia se muestra en la figura 3. El efecto predominante de la precipitación pluvial sobre el clima puede apreciarse si se comparan la figura 1 y la 3. Sin embargo, la conformación de las tierras tiene un efecto característico sobre la precipitación pluvial, en términos de la influencia de la altitud y por la influencia de las montañas que sirven como obstáculo al movimiento de las masas de aire, las cuales están cargadas de humedad cuando se desplazan desde el agua hasta las masas de tierra, y que se encuentran desprovistas de humedad cuando se mueven desde las masas de tierra hasta los océanos.

El mapa mundial de la distribución de las lluvias se muestra en la figura 3. Un patrón de las zonas pluviales se presenta a continuación:

Más de 2000 mm	anualmente	— selva de lluvia
1000 a 2000 mm	"	— trópicos húmedos
500 a 1000 mm	"	— sabana y estepa
250 a 500 mm	"	— semidesiertos
Menos de 250 mm	"	— desiertos

Las zonas con más de 2,000 milímetros de precipitación pluvial, bien distribuida a lo largo del año, son apropiadas para la producción de plantas selváticas tropicales y de cultivos perennes, como el caucho. Empero, algunos cultivos anuales como el arroz, el taro, el plátano y el ñame pueden producirse con éxito. *Los trópicos húmedos*, con 1,000-2,000 milímetros de precipitación total, reportan la máxima utilidad para la producción de cultivos. La mayoría de los granos de cereal, las leguminosas alimenticias de grano, las semillas oleaginosas, las raíces y tubérculos y algunos cultivos de fibra crecen satisfactoriamente en esta zona, especialmente cuando se ajustan a la duración de la temporada de secas. La duración de esta temporada varía según la ubicación geográfica y puede ser de apenas dos meses o llegar a abarcar hasta 5 meses.

*Los trópicos secos*—con 500 a 1,000 milímetros de precipitación anual, suelen ser deficientes, en términos de lluvia, para la producción agrícola, pero el hombre puede tener éxito al producir en ellos los cultivos más tolerantes a la sequía aprovechando la relativamente breve temporada de lluvias, y cultivando exclusivamente los suelos permeables más profundos capaces de almacenar cantidades considerables de lluvia para que la aprovechen posteriormente las raíces vegetales. La producción de cultivos debe destacar la máxima retención de la lluvia para el aprovechamiento de las plantas, y en este renglón es precisamente donde la tecnología moderna puede contribuir sustancialmente a la producción agrícola. *Las tierras de estepa* suelen tener un promedio de 500 a 750 milímetros, y están ocupadas casi totalmente por vegetación de poco desarrollo, útil para el apacentamiento del ganado. Las temporadas secas pueden variar desde 7.5 hasta 10 meses.

*Las tierras de sabana* promedian de 750 a 1,250 milímetros de precipitación pluvial y están ocupadas por hierbas y arbustos de poca altura. Las sabanas son primordialmente tierras de pastoreo y solo las áreas seleccionadas de los mejores suelos (junto con los suelos aluviales que bordean las corrientes de agua) se pueden cultivar con éxito. La temporada seca en las sabanas abarca de 5 a 7 meses, pero la incidencia de lluvias es muy variable.

*Las zonas semidesérticas* con menos de 500 milímetros de precipitación pluvial, contienen extensas tierras de pastoreo, que no son adecuadas para la agricultura, salvo cuando se cuenta con agua de riego. La incidencia de lluvias es sumamente errática y no hay temporada lluviosa.

### **Climas monzónicos**

Los monzones tienen una considerable influencia sobre la producción de cultivos por el efecto que ejercen sobre la incidencia de la temporada lluviosa. Hasta cierto grado, se les puede predecir, si bien las causas básicas de los monzones no se han comprendido cabalmente. La palabra "monzón" es árabe y se aplicó inicialmente a los vientos estacionales que soplan en el mar de Arabia (Persia), aproximadamente seis meses de cada año desde el noreste y seis meses desde el suroeste. Los vientos son causados por las diferencias de la temperatura anual sobre la tierra y sobre el mar. Los cambios de temperatura son grandes sobre la tierra y pequeños sobre el océano. El monzón sopla de la región más fría hacia la

más cálida; desde el mar hacia la tierra en verano, y desde la tierra hacia el mar en invierno. La presión atmosférica es relativamente alta en las regiones más frías y más baja en las regiones cálidas, lo que permite que se produzca el movimiento de aire.

El tipo monzónico de movimiento del aire de acuerdo a las estaciones, tiene lugar en toda la zona tropical y tal vez se le conoce mejor en el subcontinente Indio que en ninguna otra parte. Sin embargo, los vientos monzónicos que soplan desde los océanos y atraviesan los territorios de Africa y América del Sur son factores importantes en la producción de la temporada lluviosa de dichos climas tropicales; el flujo inverso de las masas de aire desde la tierra hasta el océano provoca la temporada de secas. La periodicidad de la lluvia en los trópicos está bien establecida en registros pluviales que ahora están asequibles en casi todas las naciones en desarrollo.

*Los climas mediterráneos* se producen por una combinación única de conformación de la tierra, latitud y vientos monzónicos. La lluvia se presenta típicamente en los meses más fríos, y los veranos son relativamente secos. En la cuenca del Mediterráneo, las masas de aire que afluyen desde el Atlántico provocan lluvias en el período invernal, produciendo así un tipo de agricultura que se basa en los cultivos adecuados para la temporada invernal de humedad más fría.

### **Zonas de vegetación natural**

Las zonas de vegetación natural, figura 4, indican los efectos combinados de la temperatura, la lluvia, la conformación de la tierra y la altitud, sobre la vegetación. Esta información es útil para el hombre y no debe interpretarse como índice de limitaciones, sino como una indicación de los factores que deberán modificarse, mediante la tecnología moderna, para aprovechar íntegramente la producción de cultivos en potencia.

Las zonas de vegetación natural son las siguientes:

#### **Selva de baja latitud (tropical)**

- Selva tropical de lluvia
- Selva tropical menos densa
- Selva de plantas achaparradas y abrojos

#### **Selva de latitud media**

- Selva mediterránea de plantas achaparradas (subtropical)
- Selva de coníferas (zonas templadas del norte)

**Hierbas de hoja ancha y mixtas (zonas templadas)**

#### **Tierras de pradera**

- Sabana (tropical)
- Pradera (zonas templadas)
- Estepa (zonas tropicales y templadas)

#### **Desiertos**

**Arbustos desérticos y yermos de desierto (zona de los trópicos y templada)**

Puede hacerse notar que las únicas zonas de vegetación que se presentan tanto en las zonas tropicales como en las templadas, son los arbustos de estepa y de desierto. Incluso en esas zonas, las especies vegetales de las zonas tropicales son muy diferentes de las que se encuentran en las zonas templadas. Las zonas de vegetación de los trópicos son únicas, lo que significa que la investigación y la tecnología necesarias para usarlas en provecho del hombre no pueden transferirse sin modificaciones, de las zonas templadas a los trópicos. Será preciso efectuar mucha investigación adaptativa, así como investigaciones originales sobre problemas específicos, a fin de explotar cabalmente el potencial que ofrecen los trópicos.

#### **Principales grupos de suelos**

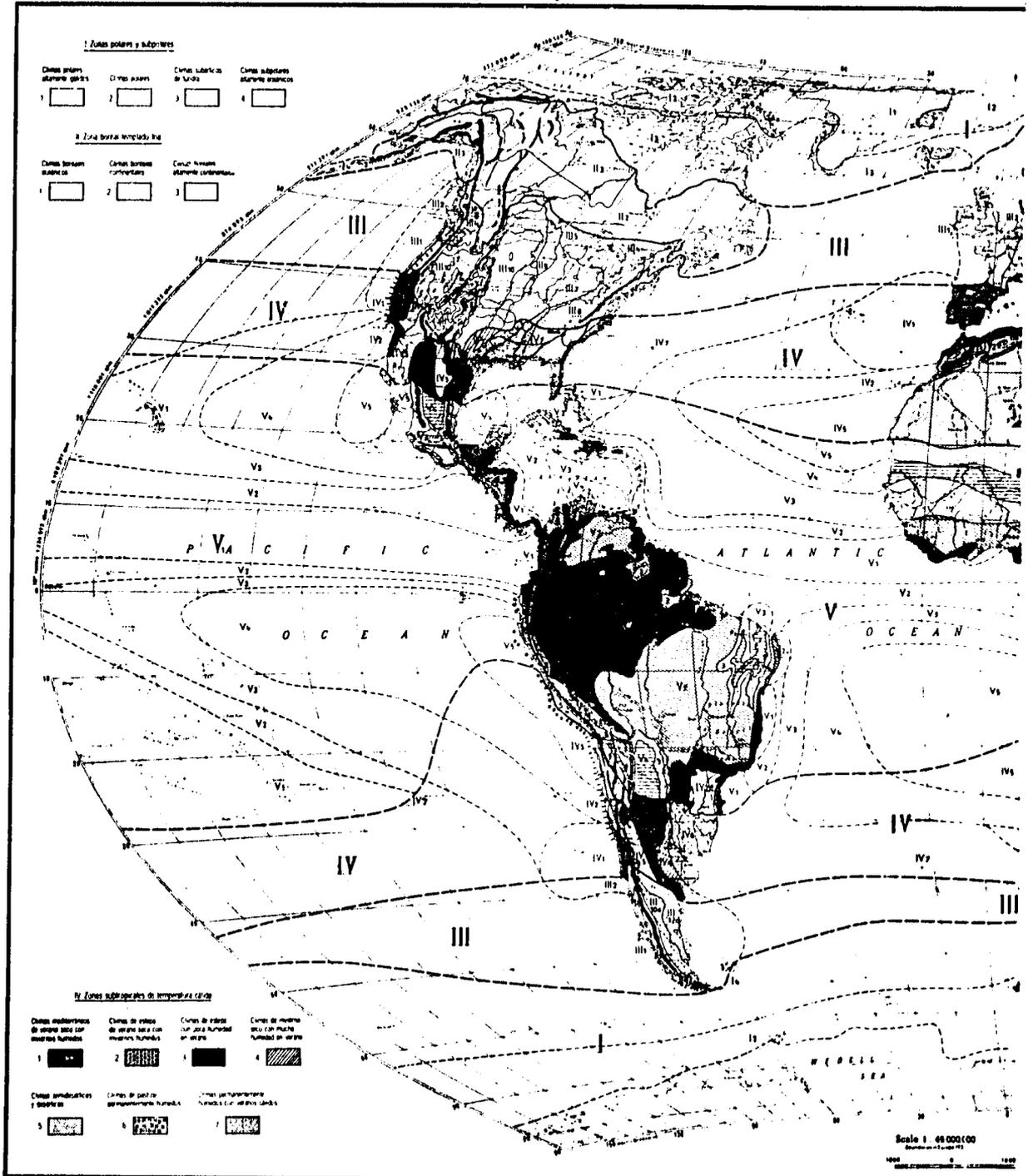
Los principales grupos de suelos de los trópicos y los subtrópicos se presentan en la figura 5. El mapa es deficiente (por su propia naturaleza general) porque no muestra la cuantía ni la ubicación de los suelos *aluviales* que existen a lo largo de las márgenes de las corrientes de agua y en los deltas. Aunque este tipo de suelos es mucho menos extenso que los de altiplanicie, se calcula que proporcionan alimento y otro tipo de apoyo al 25% de la población mundial. Constituyen un tipo de suelo único, con ciertas características limitantes en cuanto a inundaciones y desagüe, pero con elevadas potencialidades de producción agrícola.

*Los suelos tropicales* son únicos en algunos aspectos por las condiciones climáticas en las que se han desarrollado. El manejo efectivo de los suelos tropicales debe tomar en cuenta las propiedades distintivas de cada grupo de suelos, así como la intensidad y la frecuencia del cultivo y los tipos de plantas que en ellos se produzcan. (Ver la tabla 3-1).

Los suelos tropicales están fuertemente influenciados (1) por el carácter de los materiales geológicos de los cuales se han derivado,

# Climas asociacionales de las zonas tropicales y subtropicales

C. Troll

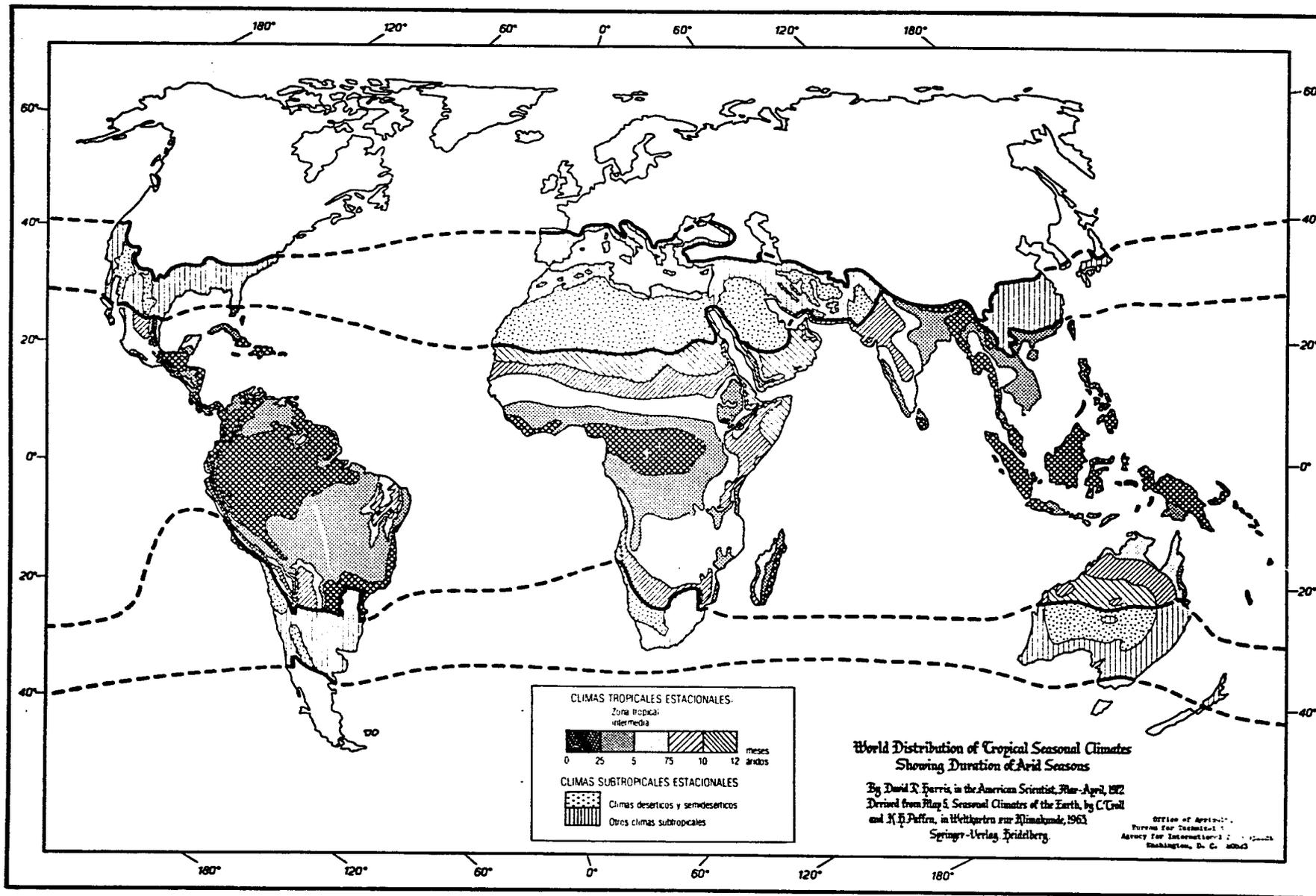


Wissenschaftliche Photographie des Fernstudien-Zentrums  
 Institut für Fernstudien - Fernstudien-Zentrum Fernstudien - Fernstudien  
 © 1988 by Fernstudien-Zentrum des Wissenschaftlichen Fernstudien-Zentrums

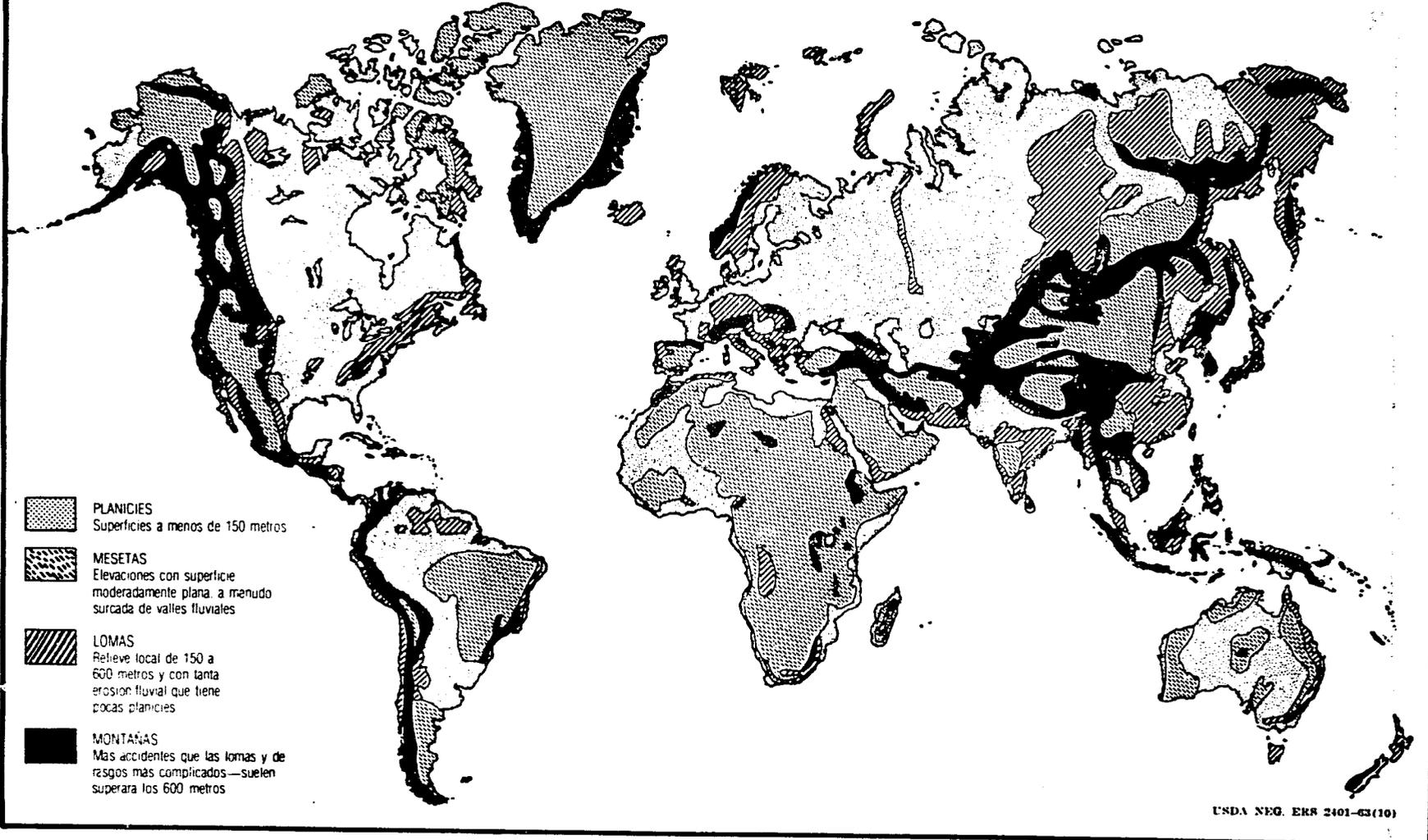
Figura 1



Figura 1a



### Principales clases de accidentes geográficos



*Precipitación anual promedio*

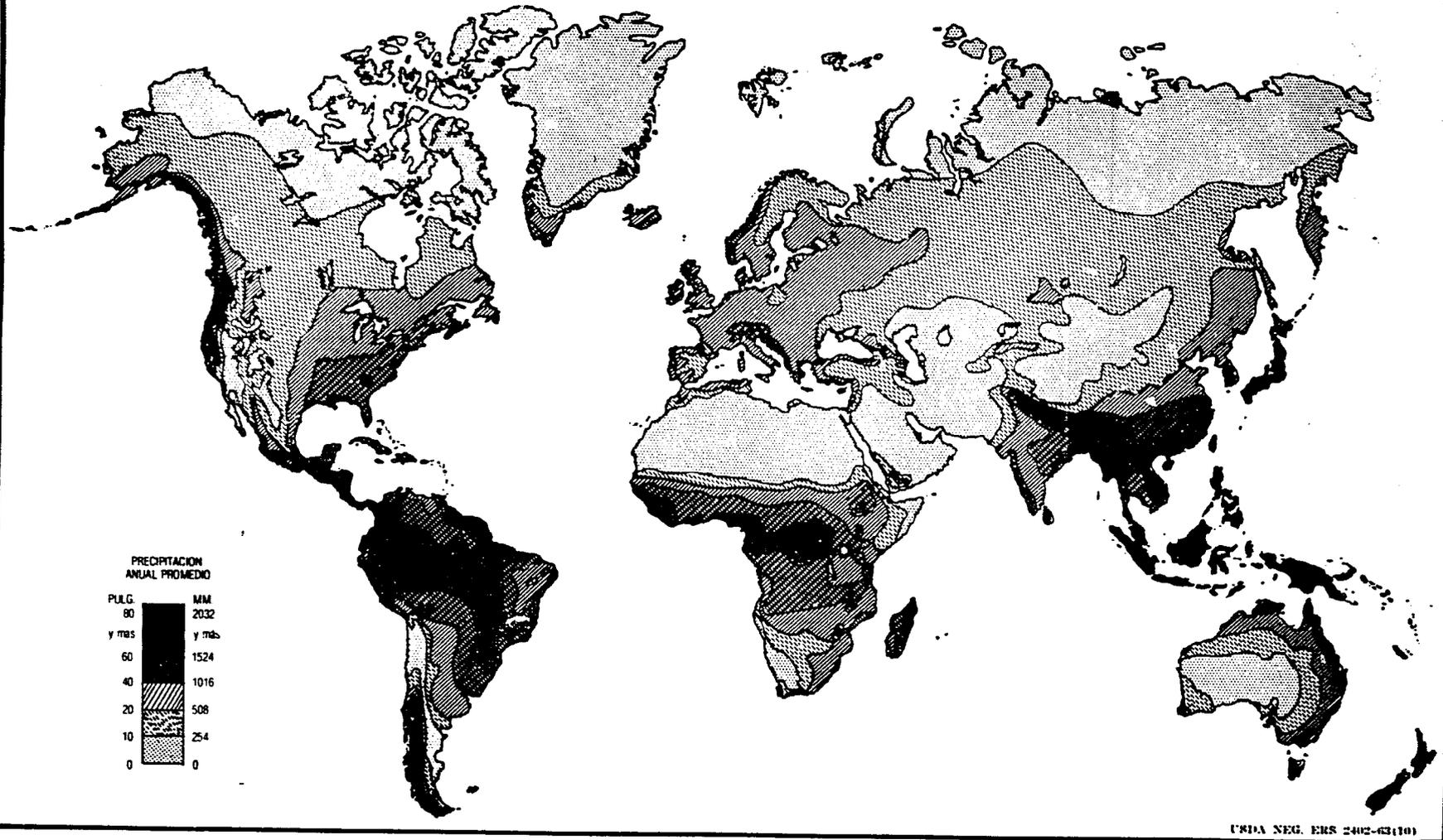


Figura 3

**TABLA 3-1**

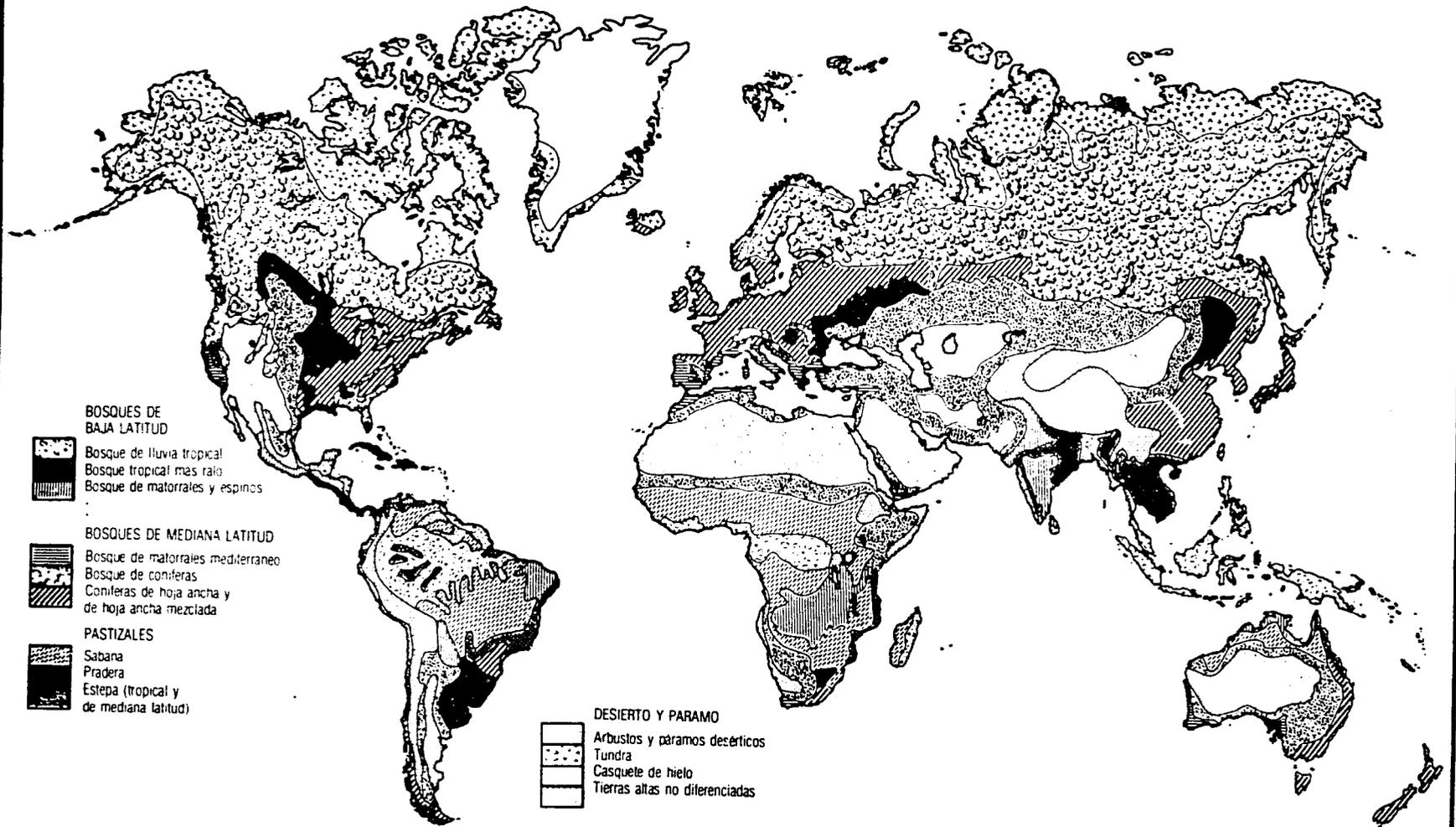
**Áreas estimadas de suelos potencialmente arables  
en los trópicos y en los subtrópicos  
(Tanto cultivados como no cultivados)\***

Grandes grupos de suelos de los trópicos y los subtrópicos	Superficie total	Suelos potencialmente arables
	Millones de hectáreas	Millones de hectáreas
1. <i>Suelos de arcilla gris oscura y negra</i> (inclusiones de Chernozem, Suelos castaño rojizos suelos hidromórficos)	500	250
2. <i>Suelos Sierozem, desierto y desierto rojo</i> (inclusiones de suelos Litosol, Regosol y Salino)	2,798	14
3. <i>Suelos Latosol, Podzólico rojo-amarillo</i> (inclusión de suelos hidromórficos, Litosol y Regosol)	3,214	1,382
4. <i>Mediterráneo rojo-amarillo</i> (incluyendo Terra Rossa) suelos principalmente montañosos (incluyendo muchas áreas de suelos rendecina)	112	17
5. <i>Suelos de montañas y valles montañosos</i> (muchos Litosol)	2,465	15
6. <i>Suelos aluviales</i> (innumerables áreas en todas partes del mundo que se incluyen en los mapas de los demás Grandes Grupos de Suelos)	590	(no calculado)

(Se informa que permiten la  
subsistencia del 25% de la  
población mundial)

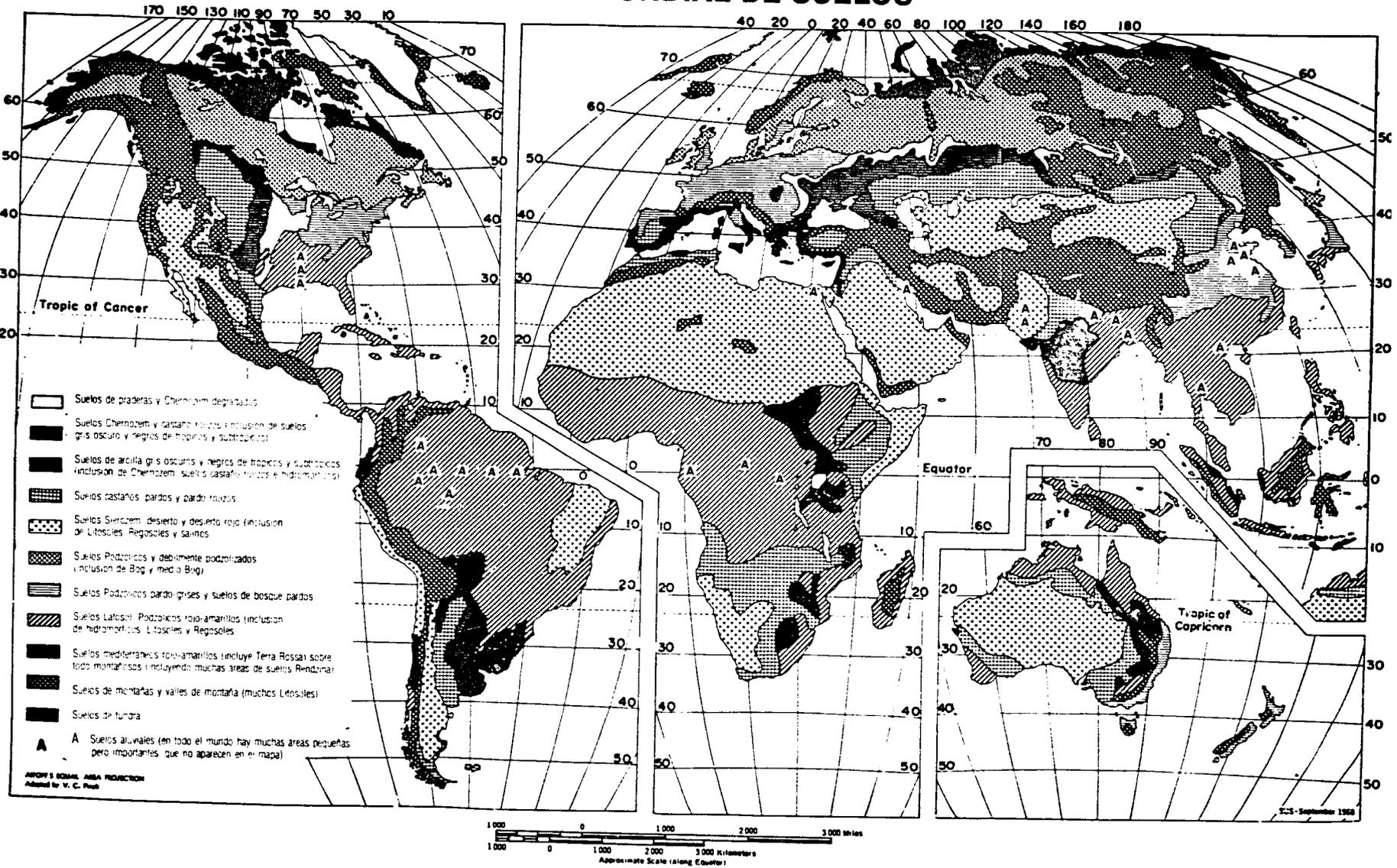
(☆ "Potentially Arable Soils of the World and Critical Measures for their Use", págs. 109-170 por C. E. Kellogg y A. C. Orvedal, en "Advances in Agronomy" vol. 21, 1969, publicado por Academic Press, Nueva York).

# Vegetación natural



# MAPA MUNDIAL DE SUELOS

Figura 5



(2) por los procesos de formación del suelo, y (3) por las condiciones climáticas que han prevalecido en la era geológica reciente. Cuando menos, es preciso distinguir entre los suelos que se han producido (a) por la intemperización del material progenitor en el propio sitio, (b) por la colocación de sedimentos mediante la acción de la corriente en las planicies y terrazas de inundación, o (c) en algunas regiones, por la intemperización de materiales volcánicos. El efecto del clima sobre la formación del suelo ha sido profundo y el proceso de intemperización es diferente según se trate de climas continuamente húmedos, sabanas tropicales (hierbas mixtas y árboles de poca altura y arbustos), estepas (principalmente de hierba) o desiertos. Una variante importante de los trópicos la constituyen las tierras altas, en particular por arriba de los 5,000 pies (1,500 m) de altitud, donde el clima es básicamente templado, aun cuando se encuentren en los trópicos.

La aparentemente interminable diversidad de suelos tropicales puede resumirse en patrones razonables, reconociendo la interrelación de las zonas climáticas, en especial los factores de temperatura y precipitación, y los principales grupos de suelos que son responsables de que se arraigue determinada vegetación nativa.

En los trópicos húmedos con lluvia continuamente abundante y alta temperatura, se produce una formación de suelo muy típica, conocida como *laterita*.

Las lateritas son lixiviadas hasta grandes profundidades en tales climas, y se caracterizan por contenidos muy elevados por óxidos de hierro y aluminio. En ciertas condiciones de agua del subsuelo, las lateritas tienden a endurecerse como rocas al secarse, como sucede cuando se retira la cubierta vegetativa. Este endurecimiento de la laterita expuesta resulta provechoso cuando se usa como material de construcción para carreteras, pero dificulta mucho la producción agrícola. Sin embargo, muchas formas de suelos lateríticos son bastante productivas cuando se les maneja bien. En condiciones de menor precipitación pluvial, los suelos lateríticos pueden cambiar su típico color rojo por el gris, castaño o negro.

La mayoría de los suelos tropicales contienen poca materia orgánica, ya que gran parte del exuberante crecimiento vegetal tiene lugar sobre la superficie del suelo. Los suelos tropicales responden generalmente bien al estiércol animal y a la materia orgánica verde (de plantas), pero la materia orgánica tiene una exis-

tencia efímera a causa de la alta temperatura y la elevada humedad, que aceleran su total descomposición. No se ha prestado suficiente atención al empleo continuo de abono verde y de cultivos forrajeros perennes como requisito básico para la productividad ininterrumpida de los suelos en las regiones tropicales. En otros aspectos, el buen manejo de los suelos tropicales puede seguir los principios que se establecieron originalmente en las zonas templadas. Cuando escasean los elementos minerales esenciales, estos pueden agregarse como fertilizantes o enmiendas del suelo. Lo mismo puede decirse para los elementos menores (terrazas o huellas).

Cuando los suelos son impermeables a la lluvia o tienen obstruida la filtración hacia abajo, su estructura puede mejorarse mediante tratamiento mecánico aun ocupándolos con plantas de raíces profundas que, en consecuencia, mejoren la permeabilidad. Cuando los suelos están mal drenados, los sistemas de drenaje hechos por el hombre pueden instalarse en ellos, o bien pueden convertirse en tierras húmedas para producir el arroz palay, como se ha hecho en muchas regiones del este y del sur de Asia. El tratamiento para los suelos desérticos es la irrigación, en la medida en que el agua necesaria resulte económicamente asequible.

La filosofía básica consiste en que el hombre o bien adapta las prácticas agrícolas según las capacidades inherentes de los suelos, tal como éstas se presentan, o identifica los factores limitantes que puede alterar mediante la tecnología moderna y explota dichas oportunidades si son económicamente factibles. El agricultor no puede cambiar el clima, pero se dedica a administrar el suelo en la forma más productiva, de la misma manera que maneja sus cosechas o su ganado para obtener el máximo rendimiento a cambio de sus esfuerzos. Aunque el conocimiento del manejo de los suelos tropicales se encuentra aún en la infancia, en comparación con el de los suelos correspondientes a zonas templadas, en muchos casos los cultivos tropicales han logrado triplicarse, en términos de rendimiento, mediante una combinación juiciosa de manejo del suelo y de los cultivos. La parte más importante del manejo de los cultivos consiste en elegir las plantas y las variedades de cada especie que se adapten bien a los suelos y a las condiciones climáticas en que habrán de cultivarse. Cuando las plantas se adaptan a sus condiciones de crecimiento, los beneficios de las prácticas agronómicas acertadas pueden incrementar considerablemente su rendimiento.

## CAPITULO 3

### SISTEMAS AGRICOLAS PARA LOS TROPICOS Y LOS SUBTROPICOS<sup>1</sup>

En capítulos subsecuentes de esta Guía de Campo (del 5 al 40) se analizan 36 diferentes cultivos alimenticios y otros cultivos comerciales seleccionados, que son adecuados para que los produzcan los granjeros en pequeñas unidades agrícolas. En cada capítulo se hacen sugerencias sobre cómo aumentar la productividad mediante la elección de aquellos cultivos que mejor se adapten al ambiente, variedades mejoradas y la aplicación de la tecnología moderna, las prácticas modificadas y materiales más útiles. Empero, los métodos para aumentar la productividad de determinados cultivos en especial serán más gratificantes si los cultivos y las prácticas de labranza constituyen partes importantes de sistemas agrícolas cuyo valor tenga un alcance que vaya más allá de la temporada en curso.

Los cultivos específicos pueden aprovecharse mejor como partes integrantes de un sistema agrícola, solamente si se sigue algún plan general completo. El granjero por sí solo es poco propenso a aceptar los cambios que se le sugieren, a menos que se le demuestre claramente que con ellos tendrá una mayor protección contra los fracasos en la cosecha, que los propósitos que se persiguen están dentro de sus capacidades (presentes y futuras), que puede esperar mayores rendimientos y excedentes que rebasarán las necesidades familiares y que, por lo tanto, podrá venderlos para obtener dinero, y que esas mejorías pueden producirse cada año.

En el capítulo 1 se indicó que el continuo aumento de la población, que promedia 2.6% al año para los trópicos y los subtropicos hace imperativo el que la producción total de alimentos mejore continuamente. El objetivo de mejorar la vida rural requiere incrementos aún mayores que los necesarios para simplemente mantenerse a la par del crecimiento demográfico, y en esto se debe incluir tanto a los cultivos alimenticios como a los comerciales. Para el éxito en la tarea de alcanzar los objetivos

nacionales, parece indispensable el hacer participar a un alto porcentaje de los pequeños agricultores, ya que ellos ocupan la mayor parte de las tierras agrícolas con que contamos. Puede intentarse varios tipos de estrategias, y la planificación al nivel de los gobiernos sería útil para desarrollar sistemas agrícolas que mejoren la condición de los agricultores y ayuden también a las necesidades nacionales de desarrollo.

Muchos suelos han quedado agotados por el exceso de cultivos. El dedicar nuevas tierras a la producción agrícola no resuelve el problema. Lo que se necesita es encontrar la forma de mantener las tierras recientemente dedicadas a la producción agrícola, dentro de un nivel sostenido de producción; solo así logremos superar la escasez de alimentos.

Los sistemas agrícolas que permiten la producción continua de cosechas anuales en los trópicos y los subtropicos todavía no se han encontrado, pero todo parece indicar que ya están a nuestro alcance si empleamos estudios más intensivos y aplicamos totalmente la tecnología moderna. Los sistemas finales se ajustarán seguramente a las zonas ecológicas en cuestión ya sea un trópico continuamente húmedo, uno que sea húmedo con corta temporada de secas, húmedo con una más larga temporada de secas, o subhúmedo con prolongadas temporadas de secas. Sin embargo, éstas son algunas características generales que deben reconocerse para todos los sistemas, especialmente cuando el suelo se dedica a la agricultura, con lo cual se modifica considerablemente la influencia del clima. El tipo de suelo puede limitar la elección de cultivos, aún cuando algunas deficiencias del suelo (fertilidad, drenaje, etc.) pueden corregirse.

#### *El cambio de sistemas agrícolas*

En muchas zonas húmedas, el cambio de los sistemas agrícolas es característico pues en ellos el aclareo y la quema de los árboles nativos y de las plantas perennes precede a unos

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

cuantos años de cultivo, y luego se deja "descansar" la tierra durante un largo período en el cual la vegetación nativa vuelve a poblar el lugar. La cuestión es cómo lograr que tales tierras sean productivas *continuamente*, ya que eso incrementaría varias veces la cosecha total de la tierra por año. La atención debe centrarse en las razones por las cuales la regresión periódica de la tierra a su vegetación nativa le devuelve su productividad. Las pruebas se han acumulado en el sentido de que la productividad está relacionada con la materia orgánica del suelo, y que las raíces de la vegetación nativa en descomposición proporcionan los nutrimentos que necesitarán los cultivos que se desarrollen en esas tierras, hasta que llegue el momento en que esa materia orgánica quede consumida. Las raíces de la vegetación nativa mejoran también la permeabilidad del suelo con respecto a la lluvia y reducen las pérdidas que la erosión ocasiona en el suelo, mientras dichas raíces en descomposición se encuentren en él. Existe la posibilidad de que el efecto de la lenta restauración de la productividad del suelo gracias a la vegetación nativa lleguen a duplicarse a través del manejo de los suelos, realizado por el hombre, sin que sea necesario interrumpir la explotación agrícola de la tierra.

El primer paso debería ser prolongar los años de producción agrícola continua, mediante la adopción de tecnología para cada uno de los cultivos. Dicha tecnología se describe en términos generales en los 36 capítulos que se dedican a los diferentes cultivos. Una característica importante es agregar materia orgánica al suelo mediante la devolución de los residuos vegetales a la tierra, y a través del empleo de abonos y compostes en la producción de cosechas. La fertilización adecuada aumentará con seguridad la adición anual de raíces vegetales a la materia orgánica total del suelo. El agregar "trazas" de elementos indispensables para los cultivos en cantidades muy pequeñas (manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno) puede ser importante para complementar a los fertilizantes en algunos suelos. Las enmiendas del suelo tendientes a reducir la toxicidad del aluminio soluble (empleando cal o yeso) o para corregir las deficiencias de azufre, calcio y manganeso, pueden también ser necesarias.

Cuando sea factible, un segundo paso puede consistir en cultivar plantas que sirvan de abono verde para restaurar la materia orgánica del suelo. Esto puede hacerse después de una cosecha regular, o como sustitución de un año de producción de cultivos. Los cultivos de

abono verde pueden utilizarse como alimento del ganado, pero el césped de abono verde debe voltearse con el arado, de modo que las raíces y las partes verdes en descomposición contribuyan a la fertilidad. El pequeño agricultor no suele estar en condiciones de cultivar plantas de abono verde. Sería más adecuado para ellos el producir una cosecha económicamente productiva, como ha quedado demostrado en investigaciones recientes, lo cual es factible con el empleo de las enmiendas del suelo que permite a éste mantenerse produciendo alimentos y recibir únicamente los residuos de la cosecha como restitución.

El tercer paso es una extensión del segundo, pues consiste en cultivar forrajes perennes (pastos y leguminosas) en las tierras agrícolas durante dos años o más para propiciar un enraizamiento mayor y más profundo, cuyo efecto se aproxime más al modo como las raíces de la vegetación nativa proporcionan materia orgánica renovada. La adecuada fertilización de esos cultivos forrajeros será indispensable para un rápido crecimiento de las raíces. Los mencionados cultivos de forraje pueden servir para la alimentación de los componentes ganaderos (carne y leche) de los sistemas agropecuarios, proporcionando así ingresos tanto por concepto de alimentos como por productos comerciales. La subsecuente productividad de dichas tierras empleadas en la producción forrajera deberá determinarse comparándola con la de la tierra despojada de vegetación nativa. La labor de deshierbe y quema deja de ser necesaria con este método, y en cuanto a la pérdida de azufre y nitrógeno, además de ciertos constituyentes orgánicos de las partes verdes de la vegetación nativa que se someten a la incineración, no se producirán cuando las plantas forrajeras reemplacen a la vegetación nativa en sistemas agrícolas a largo plazo.

#### *Sistemas para regiones de lluvia limitada*

Las modificaciones del sistema de cultivo para los trópicos húmedos que se propusieron en los párrafos anteriores pueden adaptarse también a regiones menos húmedas, incluyendo los climas monzónicos y las tierras de sabana. Las modificaciones incluirán el empleo de las especies vegetales que mejor se adapten a esos climas más secos, y el uso de forrajes dentro de la secuencia de cultivo que mejor se adapten a la región. Los cambios más importantes serían aquellos que aprovecharan mejor la limitada precipitación pluvial. Entre ellos deben incluirse los siguientes:

1. *Conservación de la precipitación pluvial:*

- a. Protección contra pérdida por desagüe.
- b. Almacenamiento de la precipitación pluvial en el perfil del suelo.
- c. Protección contra la erosión del viento.
- d. Contrucción de terrazas o bancales en los campos con pendientes y erosivos.

2. *Mejor aprovechamiento del agua almacenada en el suelo:*

- a. Selección de las especies vegetales adaptadas y uso de variedades mejoradas de cada cultivo.
- b. Selección de especies vegetales de raíces profundas y variedades superiores de las mismas.
- c. Corrección de cualquier deficiencia que exista en la fertilidad del suelo, mediante fertilizantes y enmiendas del suelo, para proporcionar el enraizamiento más profundo y un más elevado rendimiento.
- d. Empleo de prácticas de cultivo que propicien el uso efectivo del agua del suelo—preparación temprana del cuadro de siembra, siembra temprana en suelo húmedo para permitir la germinación rápida, uso de semilla y viable de variedades mejoradas, siembra de los cultivos en surcos *transversales* a la pendiente, control de las malas hierbas, lucha contra las plagas según se necesite, y recolección expedita para evitar las pérdidas y el deterioro del cultivo.

3. *Inclusión de forrajes perennes (pasto y leguminosas) en la rotación de cultivos:*

- a. Restitución de la materia orgánica al suelo mediante las raíces y el rastrojo, y mejoramiento de la permeabilidad del suelo.
- b. Empleo de forraje para alimento del ganado.
- c. Uso de plantas forrajeras entre las secuencias de cultivo para reducir el inóculo y la abundancia de las enfermedades, nematodos e insectos que atacan específicamente las plantas cultivadas.

*Mezclas de cultivos versus monocultivo*

Una práctica muy difundida en los trópicos consiste en sembrar una mezcla de varios cul-

tivos en el mismo campo. El motivo aparente es reducir posibles pérdidas, pues se piensa que los peligros que amenazan a un cultivo no afectarán gravemente a los demás. Los cultivos integrantes de estas mezclas suelen sembrarse en hileras. Con frecuencia, las áreas libres después de la siembra inicial se rellenan mediante la siembra de dichos claros con otros cultivos.

Se han registrado algunas evidencias experimentales que respaldan el efecto benéfico de dichas mezclas en la obtención de rendimientos óptimos para un área determinada en una temporada en especial. Se están llevando a cabo investigaciones extensivas sobre este punto en particular en los centros internacionales de agricultura tropical de Colombia (CIAT) y Nigeria (IITA) con maíz, frijol, caupí, cacahuate, como base, en el IRRI de las Filipinas, con arroz, sorgo, frijol de soya y maíz como variedades principales de intercultivo.

Considerando que toda nación afronta la necesidad de incrementar el total de su alimentación (y de ingresos) por conceptos de producción agrícola en un mínimo de 2.6% cada año a fin de mantenerse a la par del crecimiento de su población, y que cada granjero debe mejorar su propia productividad para sostener a su familia y elevar su nivel de vida, será preciso aprovechar la tierra en la forma más eficiente. Para incrementar la productividad parece inevitable la introducción de algunos cambios. Es preciso considerar los siguientes factores:

- a. Qué método permite la aplicación más eficaz de la tecnología al cultivo en particular, a elegir entre:
  - ( 1 ) Variedades mejoradas.
  - ( 2 ) Preparación efectiva de la tierra en cuadros de siembra adecuados para cada cultivo.
  - ( 3 ) Ajustar la fecha de siembra según la temporada y la lluvia.
  - ( 4 ) Clase y cantidad de fertilizante, y colocación de éste para cultivos específicos.
  - ( 5 ) Método de siembra conveniente para cada especie.
  - ( 6 ) Siembra en surcos, *a través* de las pendientes, para reducir el deslave provocado por la lluvia y las pérdidas por concepto de erosión.
  - ( 7 ) Control de las malas hierbas.
  - ( 8 ) Uso de rotación de cultivos individuales para evitar la transmisión de enfermedades específicas, nemato-

dos de la raíz e insectos en particular. Cada cultivo tiene sus propias plagas.

- (9) Dedicar las áreas sembradas a cultivos clave (alimenticios o comerciales) para satisfacer las necesidades o los mercados que se pronostican para la temporada en curso
  - (10) Mayor conocimiento y observaciones oportunas del crecimiento y los progresos de cada cultivo.
  - (11) Conveniencia de cosechar cada cultivo cuando esté maduro sin perjuicio de los demás.
- b. ¿Cuáles son los resultados finales en términos de mano de obra y costos materiales de producción, sobre el rendimiento de los cultivos y calidad?

Todo parece indicar que las cosechas mixtas tienen más desventajas que ventajas en los sistemas agrícolas en gran escala, cuando el monocultivo es esencial para aprovechar los beneficios potenciales de la maquinaria y la tecnología modernas aplicadas a la producción de cultivos. El intercultivo se adapta mejor al pequeño granjero pues su operación es más intensiva. Se necesita incrementar la investigación para satisfacer necesidades específicas. Se ha sugerido que si se elevara la rotación de los mismos cultivos (por ejemplo, tres especies de cultivos), cada tipo de planta se produciría en un campo específico una vez cada tres años, y las plagas particulares de ella se verían diezmar cuando el huésped no se encontrara en el campo. Existe una situación similar en cuanto a los nematodos de la raíz, los hongos e insectos que infestan el suelo e incluso ciertos insectos voladores. Además, la sanidad del campo es factible, retirando o volteando todos los residuos de la cosecha después de la recolección, como un medio de diezmar las plagas que de lo contrario sobrevivirían y atacarían al siguiente cultivo. Tales medidas sanitarias son más fáciles de llevar a la práctica si solo un tipo de planta se cultiva en cada campo.

Se sugiere que algunas prácticas consagradas por el tiempo sean puestas en duda; tal sería el caso de los patrones de las secuencias de cultivo y las prácticas de labranza que no resuelven en forma eficaz los factores limitantes específicos del ambiente (incertidumbre de las lluvias, fertilidad deficiente del suelo, etc.). Estas deben reexaminarse y someterse a com-

paraciones con otras prácticas que se basan en tecnologías importadas de otras regiones, o las que se han desarrollado a partir de nuevas investigaciones. Tales tareas son indispensables para satisfacer las demandas imperativas de una producción mayor y más eficiente de alimentos y cultivos comerciales en provecho de la nación, y tendientes a mejorar las condiciones de vida de los granjeros en las pequeñas propiedades rurales. Un excelente comienzo lo constituye la producción mejorada de determinados cultivos. Se ofrecen sugerencias para el efecto en los capítulos 5 al 40 de esta Guía Práctica.

Los capítulos subsecuentes sobre cultivos en especial no deben considerarse como recomendaciones para hacer innovaciones fragmentarias en las prácticas agrícolas. Sin embargo, cada factor incluido en un sistema agrícola debe hacer una aportación económica satisfactoria pues, de lo contrario, no sobrevivirá. Los incrementos de la productividad deben ser bastante substanciales para que constituyan un incentivo suficiente para que el granjero efectúe una adopción. El granjero individual debe ver beneficios inmediatos y quedar convencido de la factibilidad de un progreso continuado.

Es preciso reconocer dos factores: *Uno*, que los incrementos sustanciales del rendimiento de cualquier cultivo requieren la aplicación simultánea de toda la tecnología disponible, o de gran parte de ella (una nueva variedad sin el resto puede ser poco eficaz; o el fertilizante que se usa sin otros cambios no produce buenos resultados). *Dos*, un sistema agrícola que utilice muchos componentes productivos tiene un efecto multiplicador sobre las utilidades agrícolas consideradas desde una perspectiva de largo alcance.

El sistema agrícola desarrollado para cada región debe estar en consonancia con las condiciones que prevalecen en la misma; puede ser preciso reconocer en los sistemas los embotellamientos en términos de mano de obra en la temporada, distribuciones de uso y tenencia de la tierra, suministros y equipo de producción asequible, crédito, programas de extensión y educación, políticas gubernamentales y precios de garantía, prácticas de mercadeo y mercados, y otros asuntos. Esta Guía de Campo no incluye esos importantes factores, pero pretende proporcionar información que sea ampliamente aplicable a la producción de cultivos específicos.

## CAPITULO 4

### PRINCIPIOS GENERALES PARA MEJORAR LA PRODUCCION DE CULTIVOS EN LOS TROPICOS Y LOS SUBTROPICOS<sup>1</sup>

#### *Claves para incrementar los rendimientos y la ganancia neta por hectárea*

Con los importantes triunfos en la producción de arroz y trigo en todo el mundo y de maíz en el este de Africa, que han venido registrándose desde 1968, resulta útil identificar los principios básicos que fueron aplicados y servirse de ellos como guías para ampliar esos logros a otros cultivos y a nuevas regiones que no fueron beneficiadas anteriormente. Después de 10 ó 20 años de investigación sobre el maíz en las Filipinas (por el Instituto Internacional de Investigación del Arroz, IRRI), con el trigo en México (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y del Trigo, CIMMYT), y con el maíz en Kenya y el norte de Tanzania (Major Cereals Program por USAID, Departamento de Agricultura de E.U.A.), cada una de esas organizaciones ha alcanzado éxito al desarrollar materiales vegetales altamente productivos y combinaciones de prácticas de cultivo para obtener mayores rendimientos. Estos importantes triunfos no se debieron únicamente al gran éxito alcanzado al crear tipos más productivos de cada cultivo, sino también a la determinación de cómo emplear todas las prácticas que componen el cultivo agrícola a fin de aprovechar cabalmente la productividad potencial de cada tipo de planta. Todos los componentes individuales deben intervenir simultáneamente para que se logren rendimientos agrícolas sustancialmente mayores, con aumentos relativamente pequeños en los costos de mano de obra y materiales. El resultado ha consistido en grandes incrementos en las ganancias que obtiene el agricultor.

La creación de tipos mejorados de cultivos fue un factor clave en tales éxitos. Los tipos mejorados de arroz y trigo eran cortos, de tallos rígidos y resistentes al acame o vuelco, bien adaptados a los trópicos y los subtrópicos (insensibles a la longitud del día), resistentes a las plagas de insectos y a las enfermedades

importantes, y con gran potencial para responder a una buena fertilidad del suelo. El paquete de prácticas de cultivo incluía el uso eficaz del agua de riego para el arroz y el trigo, la siembra oportuna de híbridos superiores de maíz, creados especialmente para las condiciones locales a fin de optimizar el aprovechamiento de la "temporada de lluvias", fertilizante suficiente para permitir grandes incrementos en el rendimiento, proporciones de siembra adecuadas para producir poblaciones vegetales suficientemente grandes para utilizar plenamente las condiciones ambientales, un control eficaz de malas hierbas, y la aplicación expedita de tratamientos para combatir a las plagas de insectos y enfermedades importantes. Por último, el cultivo se cosechó prontamente para evitar que se deteriorase en el campo, y se procese mediante el apropiado secado y limpieza antes de colocarlo en almacenamiento temporal dentro de la granja.

El rasgo significativo fue la combinación de notables tipos de plantas recientemente desarrollados con todas las prácticas de cultivo necesarias para permitir la plena realización del potencial en materia de rendimiento. El resultado ha sido incrementar los rendimientos hasta alturas anteriormente consideradas inalcanzables, pero que han demostrado ser altamente prácticas cuando son empleadas por agricultores de todos los niveles, grandes y pequeños, bajo la guía de orientadores que han comprendido totalmente el proceso. Los rendimientos de los cultivos se han incrementado de 2 a 4 veces con una administración razonablemente efectiva, y los valores de los rendimientos incrementados han excedido con creces los costos adicionales en semilla, mano de obra y fertilizante.

Esos extraordinarios resultados obtenidos mediante un método multidisciplinario con los tres importantes cultivos mencionados, señalan el camino hacia una mayor eficiencia en otras áreas y con otros cultivos. Pueden lograrse beneficios sustanciales a la vez, aplicando las tecnologías ahora asequibles, con la

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

perspectiva de adelantos aún mayores cuando la investigación adaptativa sobre la producción de cultivos, y la obtención de plantas mejoradas genéticamente para crear tipos de cultivos superiores, se hayan llevado a feliz término. Los siguientes aspectos de la producción de cultivos han quedado suficientemente demostrados para que se pueda garantizar su amplia aplicación.

### 1. Elección de cultivos adecuados

Los cultivos actualmente en uso deberán compararse con otros en cuanto a la satisfacción de las necesidades locales de alimento, la explotación de mercados potenciales, la adaptación al clima y a las condiciones del suelo locales, y a su adecuación en los sistemas agrícolas factibles. Puede elegirse entre cultivos del mismo tipo, o de tipos diferentes. Por ejemplo, entre los cereales, el arroz no tiene competencia cuando se trata de suelos sujetos a inundación. En suelos de tierras altas, el arroz solo es adecuado en regiones lluviosas, pero el maíz puede ser más productivo en campos fertilizados que se encuentren en regiones sometidas a una ocasional escasez de humedad, sobre todo si los suelos locales permiten el enraizamiento profundo. El sorgo debe reemplazar al maíz en las regiones con mayor deficiencia de humedad o *stress*; y el mijo (tipo bulrush) es más productivo que el sorgo cuando la precipitación pluvial y la humedad del suelo son todavía más inseguras.

La elección de legumbres alimenticias de grano dependerá del clima y el suelo; de este modo, el caupí se adapta mejor a las regiones con lluvias abundantes; el frijol se adapta a regiones de lluvias moderadas; el garbanzo y la lenteja crecen mejor en regiones subtropicales con lluvias moderadas en la temporada fresca, y otras especies prosperan bajo características ambientales diferentes. Como ejemplos de adaptación de cultivos feculentos, el plátano y el banano requieren lluvias bastante constantes y copiosas, y abundante humedad del suelo, en contraste con la tolerancia que presenta la mandioca frente a la escasez periódica de humedad. Igualmente, entre los cultivos de semillas oleaginosas, el girasol y el cártamo son los tipos más tolerantes a la sequía; el cacahuate requiere una temporada de crecimiento de 4 a 5 meses cuando el suministro de humedad es entre moderado y bueno, pero se desarrolla bien en regiones con períodos de sequía prolongados; el ajonjolí puede cultivarse en una gran variedad de zonas cuya precipitación pluvial es entre intensa y moderada, siempre que

el período de maduración sea relativamente seco.

Los factores importantes son aquellos que pueden adaptarse a las condiciones del clima y del suelo propias de la región, de modo que los rendimientos más elevados son posibles mediante prácticas de cultivo mejoradas. Un aspecto muy determinante de la adaptación ambiental es la respuesta de las variedades en particular. Nada puede sustituir los ensayos realizados en el campo (de variedades o híbridos) bajo las condiciones agrícolas representativas de la región. Una colección de variedades mejoradas de cada cultivo, incluyendo las variedades sobresalientes ensayadas en experimentos de campo en varias regiones, deben evaluarse para seleccionar algunos candidatos promisorios, de modo que solo el mejor llegue a cultivarse en comparación directa con las variedades mejoradas de otras especies de cultivo. La tradición o la costumbre no constituyen criterios dignos de confianza para elegir un cultivo adecuado; no hay sustituto para los ensayos de campo en los cuales la tecnología moderna se aplica a la producción de cada cultivo. Aún cuando las especies de cultivo pueden demostrar ser razonablemente adaptables, la productividad potencial de las variedades mejoradas o de los híbridos puede resultar mucho mayor que la de las variedades de ese cultivo más comunes en la localidad.

El granjero, individualmente, no está en una posición que le permita llevar a cabo estudios concienzudos para determinar cuáles son los cultivos que mejor se adaptan a cada región. Ese tipo de investigación debe estar a cargo de las dependencias de investigación ubicadas en cada región agrícola importante. Una vez que esos estudios han reducido el margen de elección a unas cuantas plantas, el agricultor podrá aplicarse a la tarea de realizar las comparaciones finales. Los agricultores deben contar con la guía de técnicos agrícolas que los asesoren en cuanto a las prácticas de cultivo más apropiadas, a fin de que los resultados finales representen verazmente la capacidad productiva de los distintos tipos de cultivo.

### 2. Limpieza, preparación y fertilización de la tierra

La limpieza y la preparación de la tierra varían considerablemente en las distintas regiones climáticas, como se indicó en capítulos anteriores. Generalmente, las prácticas predominantes reflejan la adaptación del agricultor a las condiciones ambientales que ha tenido que aceptar como el precio de su superviven-

cia. No indican forzosamente límites de productividad factibles. Considerando que gran parte de la tecnología que se desarrolló en los dos últimos siglos, dentro de las zonas templadas, debe modificarse considerablemente cuando se aplique a las regiones tropicales, existe una gran necesidad de estudios ininterrumpidos sobre la mejor forma de proceder en la preparación de la tierra en cada uno de los principales grupos de suelos que se encuentran en los trópicos y los subtropicos. Se requiere mayor investigación para comprender más cabalmente la forma de lograr que todos los suelos tropicales sean productivos en forma continua.

El primer paso consiste en retirar todo el material leñoso o, cuando menos, matar dicha vegetación. En las regiones húmedas donde la tierra es "barbechada" durante un período de años después de la cosecha, el material boscoso suele cortarse y quemarse, y el cultivo siguiente se siembra en torno de los tocones y maderos restantes. La vegetación quemada deja un residuo de cenizas, cuyos componentes más importantes son el fósforo, potasio, calcio, magnesio y vestigios de elementos en menor grado—cobre, cinc, hierro, manganeso, boro y molibdeno. Desafortunadamente, la incineración evapora todo el azufre y el nitrógeno de las partes vegetales verdes, los cuales son esenciales para el desarrollo de las plantas. Las raíces de la vegetación boscosa se descomponen principalmente durante el primer año de cultivo, y aportan nutrimentos minerales en el grado en que las raíces de las plantas de cultivo penetren el perfil del suelo. La fertilidad suministrada por las raíces en descomposición se agota casi totalmente en un período de dos a cuatro años, lo cual explica por qué se reducen progresivamente los rendimientos del cultivo y se permite que los campos recuperen su vegetación nativa después de un breve período de cultivo, durante una época de regeneración natural.

La remoción del material leñoso también es indispensable en las tierras de sabana, pero la cantidad de madera se reduce considerablemente. Además, la liberación de nutrimentos vegetales de las raíces en descomposición se ve retardada en los períodos secos, por lo cual el estado de fertilidad del suelo no disminuye con tanta rapidez como en las regiones más húmedas.

Los suelos gris oscuro y negros de los trópicos y los subtropicos tienen una fertilidad nativa algo más alta que los suelos de color más claro, pero existen variaciones acusadas en tales suelos. Del mismo modo, los suelos aluvia-

les de sistemas fluviales suelen tener mayor fertilidad y, siempre que sean más permeables, permiten una profunda ocupación de raíces y aprovechamiento de los nutrimentos del suelo en todos los estratos de serfil.

En todos los suelos, el uso de abonos y fertilizantes es un requisito primordial para el mayor rendimiento de los cultivos. Al igual que en América del Norte y Europa Occidental, los principales requisitos de nutrimentos son nitrógeno, fosfato y potasa. Los compuestos de nitrógeno contenidos en los fertilizantes comerciales se desplazan fácilmente hacia el subsuelo, pero los fosfatos y la potasa deben colocarse en el suelo en los lugares donde quede más asequibles para las raíces de los cultivos, fin de que sean efectivos. No es posible precisar un estándar para las cantidades de fertilizante ni para la relación entre nitrógeno, fosfato y fertilizante, ya que todos estos se aplican para compensar las diferencias entre los que se derivan del suelo y la cantidad total que se requiere para un rendimiento óptimo del cultivo. Los ensayos de campo para la fertilización de cada cultivo constituyen la guía más digna de confianza en cuanto a los requisitos de fertilizante, y deberán ser planeados y ejecutados por especialistas capacitados. Una ayuda para determinar las necesidades de fertilizar consiste en ensayos de laboratorio sobre muestras representativas del suelo de cada campo de cultivo a fin de estimar su capacidad para proporcionar fosfato y potasa. Los resultados de tales ensayos de laboratorio deberán calibrarse en términos de ensayos de campo, y habrán de ser interpretados por el especialista en función de la clase y la cantidad de fertilizante que puede aplicarse con provecho.

Muchos suelos tropicales parecen ser deficientes en los llamados "vestigios de elementos" que requieren las plantas para su desarrollo normal, pero las cantidades requeridas son muy pequeñas. Los suelos aluviales de las tierras bajas y de las terrazas o bancales de valles fluviales son menos propensos a la deficiencia de dichos vestigios de elementos, en comparación con los suelos de tierras altas. Los fertilizantes fosfatados y los abonos animales y compostes suelen contener algo de calcio, magnesio y azufre; los requisitos adicionales del cultivo pueden requerir, para su determinación, ensayos de fertilizante en el campo. Sin embargo, los "vestigios de elementos" que son esenciales en pequeña dosis para la producción normal del cultivo (cinc, hierro, boro, cobre, manganeso y molibdeno), no se encuentran con facilidad en los fertilizantes comerciales, a menos que se agreguen en forma específica.

Los estiércoles animales contienen de ordinario cantidades apreciables de dichos vestigios de elementos.

Se han efectuado ensayos de campo en unas cuantas regiones tropicales, en los cuales la adición de escasos kilos por hectárea, de una mezcla de vestigios de elementos, duplicó realmente el rendimiento de las cosechas por encima de los incrementos obtenidos con fertilizantes únicamente. Considerando que se necesita mucho más investigación para determinar cuál o cuáles son los vestigios de elementos que constituye la deficiencia en cada suelo tropical, puede emplearse uno de dos métodos para eliminar esos posibles límites al desarrollo del cultivo: (1) aplicar una mezcla que contenga *todos* los vestigios de elementos junto con el fertilizante, o (2) cuando lo haya, emplear al máximo los estiércoles animales o compostes. Los estiércoles pueden ser menos eficaces que una mezcla de vestigios minerales, pero su empleo está más al alcance del pequeño agricultor. Si se usa estiércol animal como combustible, la ceniza debe conservarse cuidadosamente para luego diseminarla uniformemente sobre la tierra de cultivo.

### 3. *Conservación y manejo del suelo y el agua*

Los suelos tropicales y subtropicales suelen estar sujetos a una intensa erosión del suelo cuando se cultivan, aunque la erosividad varía en los diferentes tipos de suelo. Tanto los efectos inmediatos de la erosión, como los de largo plazo, reducen la productividad de los cultivos. En general, mientras mayores sean las pendientes del terreno, mayor es el peligro de erosión. Siempre que la lluvia se produce con más rapidez de la que logra infiltrarse en el suelo, fluye pendiente abajo y arrastra mayores o menores cantidades de la capa más fértil y superficial del suelo, dejando al descubierto el subsuelo menos fértil. También la erosión continuada del agua produce cárcavas y destruye gradualmente las tierras de cultivo útiles. Esta erosión es a menudo más grave en las tierras de sabana y en las estepas de hierba corta, que en las regiones más húmedas pues las lluvias caen en intensos aguaceros con mayor velocidad de la que el suelo puede absorber el agua. La erosión del agua en las regiones secas, en tierras de pastizal, constituye un problema grave. En general, la labranza y la ausencia de una cobertura completa de la tierra, que son típicas en los cultivos anuales alimenticios y comerciales, exponen a la mayoría de las tierras agrícolas a serios daños por la erosión.

El desagüe del agua de lluvia ejerce efectos adversos inmediatos en los cultivos de las regiones donde se producen "períodos secos" de un mes o más de duración. Salvo cuando se produce encharcamiento por un drenaje interno inadecuado, el objetivo del manejo del suelo y el agua debe consistir en retener y almacenar la máxima cantidad de lluvia, en el perfil del suelo, para que la aprovechen las raíces del cultivo. Grandes áreas de los trópicos y los subtropicos, en todos los continentes, experimentan con regularidad períodos "secos" con escasa o ninguna lluvia, cuya duración varía entre 1 y 6 meses o más. El grado en el cual puede retenerse y almacenarse el agua, dentro del suelo, durante los períodos de lluvia, ampliará el potencial de cultivo agrícola de dichas regiones. Las prácticas de manejo del suelo deben estar fuertemente orientadas hacia la conservación de la mayor cantidad de lluvia que resulte factible, para el uso de los cultivos, en las regiones que tienen períodos de secas. La consecución de este objetivo dependerá, en gran medida, de las propiedades intrínsecas del suelo y de su profundidad, así como del levantamiento de mapas del suelo para establecer las capacidades de producción agrícola correspondientes a los principales grupos de suelos, con el fin de proporcionar información básica pertinente para los programas de desarrollo agrícola. Las prácticas de manejo deben diseñarse de modo que estimulen la conservación del agua para compensar las características limitantes intrínsecas del suelo, dentro de lo posible.

Las prácticas de manejo menos difíciles son también las menos adecuadas para controlar la erosión del suelo y las pérdidas de agua. A medida que las pérdidas se vuelven más amenazantes para la agricultura permanente, se requieren medidas de conservación más complejas. Las siguientes prácticas son factibles en la mayoría de los suelos tropicales que están sujetos a la erosión del suelo y el agua.

- a. Los residuos de la cosecha deben dejarse sobre la tierra para que hagan las veces de abono superficial. Todo estiércol animal y composte debe dispersarse sobre la tierra para que contribuya a la fertilidad del suelo e incremente la permeabilidad del mismo respecto a la lluvia.
- b. Debe cultivarse en franjas alternadas, transversalmente respecto a la pendiente de la tierra, empleando cultivos diferentes, con preferencia al cultivo de grandes superficies con un solo tipo de

planta, para reducir la proporción del anegamiento. Los cultivos de siembra tupida se deben alternar con los que se hacen con mayores espaciamentos.

- c. La tierra siempre deberá labrarse de modo que se produzca una superficie no lisa, capaz de retrasar el flujo del agua y mejorar la penetración de la lluvia. Dentro de lo posible, la labranza deberá hacerse antes del período más lluvioso a fin de reducir el anegamiento.
- d. Elija las plantas de raíz más profunda y corrija las deficiencias de la fertilidad del suelo a fin de mejorar el crecimiento del cultivo, de modo que se maximice el rendimiento por cada unidad de agua que consume el cultivo.
- e. Investigue a fondo la posibilidad de cultivar plantas forrajeras y pasturas para mantener *empres ganaderas*, en rotación con los cultivos de labranza. El herbaje macizo de la mayoría de los cultivos forrajeros ejerce un efecto benéfico sobre la estructura del suelo, que aumenta los rendimientos de los cultivos de labranza subsecuentes. La rotación de cultivos suele ser mejor que el cultivo continuado de un solo tipo de planta.
- f. Cuando la erosión del suelo y la formación de cárcavas no logren controlarse mediante prácticas más sencillas, deberá emprenderse un programa de formación de terrazas o bancales en el suelo, según sea factible, lo cual puede lograrse mejor empleando maquinaria agrícola y tractores, a fin de cambiar permanentemente el contorno del terreno para permitir una agricultura más eficaz.

#### 4. *Varietades mejoradas y tipos de cultivos*

Se han hecho grandes progresos en las últimas dos décadas, en la creación de abundantes colecciones de tipos y variedades diferentes de cada una de las plantas de cultivo más importantes. Estos tipos y variedades abarcan una gran diversidad de características en plantas y semillas, duración del período de crecimiento, adaptación a las diferencias climáticas, tolerancia o resistencia a las plagas de insectos y enfermedades, calidad del cultivo y facilidad en la cosecha. En dichas colecciones, se han seleccionado líneas grandemente mejoradas por considerárseles más productivas para regiones específicas, que los tipos que crecen localmente.

El siguiente paso en el mejoramiento de los cultivos consiste en emprender programas de mejoramiento genético a fin de combinar, en un solo tipo de planta, las características deseables de dos o más tipos de ellas. Las variedades de arroz "milagro", los extraordinarios trigos de tipo "mexicano", y los híbridos de maíz marcadamente superiores que se han obtenido en el este de África fueron el resultado de tales programas de mejoramiento, que combinaron un inmenso potencial productivo con otros rasgos de superioridad. La investigación paralela de prácticas de cultivo capaces de permitir la cabal expresión del potencial, en materia de rendimiento de los cultivos, dieron por resultado un "paquete" de materiales vegetales mejorados y de prácticas de cultivo superiores que incrementaron los rendimientos de dos a cuatro veces, en comparación con los que se lograban mediante la agricultura original.

Ahora resulta claro que tales métodos son aplicables a la mayoría de las plantas de cultivo, dependiendo solamente de que se coordine la iniciación y la consumación de la investigación necesaria y de los ensayos en el campo. El paso inicial de recolectar y ensayar en el campo una vasta colección de tipos y variedades de cada uno de los cultivos específicos, está al alcance de todas las naciones en desarrollo. El aprovechar plenamente las diversas redes internacionales de investigación y adiestramiento, que se están desarrollando para la investigación paralela de las principales plantas alimenticias, sobre prácticas de cultivo idóneas para el ambiente local, a fin de capitalizar los tipos o variedades mejor adaptados, es una tarea que puede llevarse a cabo en cualquier nación, a precios moderados, con beneficios casi inmediatos para los agricultores. Un intenso programa de mejoramiento, encaminado a llevar el proceso más lejos aún, requiere un programa de investigación de varios años, realizado por expertos en el mejoramiento genético de las plantas. Si un país en desarrollo no cuenta con esta capacidad para todos los cultivos importantes, puede optar por hacer gestiones con un instituto de investigación de otro país, donde los suelos y el clima sean similares, para adquirir semilla de una nueva selección de cultivos y ensayar dichos productos dentro de los programas de mejoramiento que efectúan dichos institutos. Ya no será necesario que los agricultores batallen con bajos potenciales de producción en ninguno de los cultivos importantes. Todas las naciones en desarrollo deben aprovechar cabalmente la tecnología que ha producido líneas y/o híbridos superiores de las especies de cada cultivo.

## 5. Producción y distribución de semilla

La asequibilidad de semilla viable y limpia ha recibido una alta prioridad en todas las regiones agrícolas. Empero, un sistema encaminado a la producción y distribución de semilla cobra su mayor significado si se relaciona con líneas mejoradas del cultivo y variedades o híbridos.

El agricultor no puede depender completamente de fuentes externas de semilla, y debe aconsejarse sobre qué tipos de cultivo conservarán sus buenas características de una a otra generación de plantas, lo cual le permitirá producir y almacenar su propia semilla. Si se trata de los cultivos que muestran gran variabilidad en generaciones sucesivas (lo cual se aplica a todas las especies de polinización cruzada), la conservación de la identidad y la pureza del tipo requiere que se le aisle de todos los demás tipos, en el campo, y de que se ejerzan controles apropiados para garantizar el cruzamiento que producirá el tipo genuino, o limitar el cruzamiento externo a aquél que se produzca dentro del tipo seleccionado. Para los cultivos que no se reproducen bien sin la intervención del hombre, la producción de semilla constituye una empresa especializada que requiere la reglamentación e inspección del gobierno para que se produzca semilla garantizada en cuanto a identidad y calidad.

En lo tocante a las especies de cultivos que se reproducen bien de una a otra generación (como el trigo, el frijol, el ajonjolí, etc.), el agricultor puede producir y almacenar su propia semilla con éxito, teniendo cuidado de evitar las mezclas al sembrar, cosechar y hacer limpieza. Este proceso incluye la eliminación de los tipos extraños en el campo, la recolección de la semilla en cuanto llega a su madurez, el cuidadoso secado (con protección de la lluvia), la limpieza efectiva para eliminar la materia extraña y el almacenamiento en condiciones relativamente secas (debajo del 10% de humedad). Cuando sea posible, se insta al agricultor para que reabastezca sus existencias de semillas periódicamente, a fin de garantizar la siembra de la mejor semilla que le sea posible emplear.

## 6. Prácticas de siembra

Estas prácticas incluyen la mejor temporada para sembrar, la cantidad de semilla que aproveche mejor la superficie de la tierra para mayores rendimientos, el método y la profundidad de la siembra, y el espaciamiento que facilite el control de plagas y la recolección.

En general, la temporada de siembra debe elegirse de modo que coincida con el principio de una temporada de lluvias (lo cual es muy importante en las regiones donde la precipitación pluvial es limitada), o lograr que el cultivo madure en un período posterior al final de las lluvias. Si se trata de regiones de regadío, o de regiones lluviosas, especialmente si se trata de arroz, la fecha de siembra puede ajustarse a fin de que permita múltiples cosechas en el curso de un año. La siembra temprana al comienzo de una temporada lluviosa, parece ser eficaz para aprovechar los niveles de fertilidad del suelo más elevados, propios de esas fechas, y para eludir las plagas de insectos y las enfermedades que se acumulan gradualmente después del comienzo de las lluvias y que dañan a las semillas tardías con mayor severidad.

La cantidad de semilla que se siembre debe ser la adecuada para producir una población total suficiente a fin de aprovechar del todo la fertilidad del suelo, pero que no sea tan exuberante que la humedad del suelo llegue a agotarse antes que el cultivo madure. Como es evidente, la población vegetal que produce el mayor rendimiento en la madurez del cultivo, debe ajustarse a las características de crecimiento de las plantas, al promedio de lluvia que se espere, y a la fertilidad y al poder de suministro de agua que el suelo posea.

La profundidad de la siembra debe ajustarse también a las condiciones del cuadro de siembra y al clima que se espere. La semilla requiere suelo húmedo para germinar; por ello, debe colocarse a una profundidad mínima de 1 a 2 centímetros. Los suelos de textura pesada que tienden a formar costras como resultado de las lluvias, constituyen un problema. La semilla debe sembrarse lo bastante superficialmente para que pueda penetrar cualesquiera costras que se hayan formado, pero lo bastante profundo para que conserve la humedad que requiere para germinar. Las semillas grandes resisten la siembra más profunda y tienen un mayor poder de germinación para que los brotes de la plántula perforen las costras del suelo. Un método que se emplea con éxito en algunas regiones para evitar las costras del suelo consiste en plantar la semilla en agujeros, en número excesivo, y aclarar la vegetación hasta el nivel deseado una vez que las plántulas han brotado completamente.

La siembra de varias semillas en un solo agujero es compatible con las hileras espaciadas para facilitar el control de maleza, y para cualquier tratamiento que se requiera a fin de combatir las plagas de insectos y las enferme-

dades. Cuando el espaciamiento entre dichos agujeros sea menos que la distancia entre hileras, éstas deben ser transversales a la pendiente, en curvas de nivel, para retrasar los daños de la erosión del suelo y las pérdidas por anegamiento.

### 7. *Control de las malas hierbas*

Exceptuando las tierras recientemente aclaradas, sobre todo en regiones húmedas, la maleza representa una importante amenaza para el alto rendimiento de los cultivos. Los campos que se cultivan continuamente con plantas anuales suelen experimentar un rápido incremento en la abundancia de maleza, de un cultivo al siguiente. La competencia de la maleza constituye entonces una seria amenaza. Es fundamental que toda la semilla que se siembre esté libre de maleza, pero este punto se descuida con frecuencia.

El mejor período para atacar la maleza es cuando ésta es muy tierna ya que entonces puede morir con facilidad y el control más tardío no logra impedir las notables reducciones que sufre el rendimiento del cultivo debido a la competencia entre las raíces de las malas hierbas y las de las plántulas. El cultivo nunca se recupera completamente de las infestaciones tempranas intensas de maleza, a pesar de que las malas hierbas pueden erradicarse por completo en unas cuantas semanas.

Los métodos tradicionales para controlar la maleza consisten en tirar de ella y usar el azadón o la labranza. Cuando abunda la mano de obra, estos métodos pueden ser efectivos, pero solamente si las malas hierbas se extirpan cuando son todavía muy pequeñas. La extirpación más tardía, por estos medios, daña inevitablemente los sistemas radiculares de las plantas del cultivo. La reparación de estos daños radiculares resulta cada vez menos probable, a medida que la reserva de humedad del suelo decrece y conforme las malas hierbas absorben la fertilidad.

Muchas malas hierbas importantes pueden eliminarse con la aplicación de herbicidas químicos que las matan sin dañar las plantas del cultivo. Esos herbicidas deben elegirse de modo que ataquen a las malas hierbas específicas predominantes; además, deben aplicarse exactamente como lo indica el fabricante del herbicida. A medida que la agricultura se centra más hacia lo comercial, el uso de herbicidas se vuelve bastante práctico. Una gran ventaja de emplear el herbicida apropiado consiste en que el tratamiento expedito de áreas extensas resulta factible, mientras que el control manual

que se realiza arrancando la maleza o usando el azadón, puede consumir mucho tiempo y permite que las malas hierbas mermen considerablemente el rendimiento final del cultivo.

### 8. *Control de plagas de insectos y enfermedades en las plantas del cultivo*

Aunque estas plagas varíen considerablemente según el tipo de cultivo y la región agrícola de que se trate, hay ciertos principios que cada agricultor puede aplicar en forma general para un control efectivo.

Cuando se han producido razas o variedades resistentes ante las plagas de insectos y enfermedades importantes, el agricultor cuenta con una gran ventaja. Desafortunadamente, tales programas de mejoramiento genético no se han emprendido todavía para todos los cultivos, y algunos tipos resistentes lo son únicamente hacia parte de las plagas que se encuentran en localidades específicas. En el grado en que se disponga de plantas resistentes, éstas deberán usarse.

Un segundo principio se basa en la rápida multiplicación de las plagas de insectos y de las enfermedades, a medida que avanza la temporada de cultivo. La siembra temprana que tiende a establecer el herbaje antes que los insectos o el inóculo de la enfermedad se vuelvan abundantes, y tal vez para permitir que el cultivo madure antes que se produzcan daños excesivos, suele ser un procedimiento eficaz. Un principio parecido consiste en atacar a esas graves plagas en cuanto aparezcan, para evitar su proliferación. El pequeño propietario tiene una gran desventaja por el hecho de que sus medidas de control, para ser efectivas, requieren que todos los campos vecinos reciban un tratamiento eficaz. Las plagas de insectos son sumamente móviles, y el inóculo de las enfermedades puede ser llevado de un campo a otro por los vientos y por algunas aves.

Para las enfermedades que son transportadas por la semilla, es preciso plantar semilla libre de enfermedad o tratar toda la semilla con sustancias químicas fungicidas que destruyan al organismo patógeno. La semilla que se obtiene domésticamente, casi inevitablemente, está infectada por algunas enfermedades, y los tratamientos químicos deben ser útiles si se aplican fielmente como lo prescribe el fabricante.

### *Uso de plaguicidas*

El uso de insecticidas y fungicidas apropiados para combatir las plagas de insectos y las

enfermedades se ha desarrollado más para algunos cultivos de alto valor, como el algodón; tanto los plaguicidas como las instrucciones correspondientes suelen ser asequibles en las regiones algodoneras importantes. Para la mayoría de los demás cultivos, los métodos y materiales para combatir las plagas requieren más atención los agricultores y de sus consejeros. Un requisito primordial consiste en identificar con precisión la plaga.

Las medidas de control para las plagas de insectos importantes deben ajustarse al ciclo de vida del insecto de que se trate, sus hábitos alimentarios y su reproducción. El momento y el método de combate deben planificarse para que surtan un efecto directo sobre el insecto en cuestión. Los tratamientos indiscriminados y continuos con insecticidas pueden hacer más daño que provecho, y además son innecesariamente caros. Si un insecto causa graves daños en un campo, es probable que abunde también en otros campos en la región, y los consejeros locales deben organizar un programa comunal de tratamientos. Deben intentarse todos los demás métodos para combatir a los insectos específicos, incluyendo el empleo de variedades resistentes, la siembra temprana para evitar las infestaciones graves, la rotación de cultivos para reducir la abundancia de plantas vulnerables, y cualquier método adecuado para matar al insecto en los períodos entre cultivos. Los insecticidas deberán usarse sólo para complementar otras medidas de control, como último recurso. Este control planificado requiere evidentemente un mayor conocimiento del insecto y de sus hábitos.

#### *Prevención de enfermedades*

Las mismas actitudes deben prevalecer respecto al control de enfermedades. Un requisito primordial consiste en identificar al agente causal de la enfermedad. Además de determinar si dicho agente es un hongo, bacteria, virus o nematodo, es fundamental averiguar de qué organismo o tipo de organismo se trata. Una vez identificado el agente causal, como sucede con una enfermedad bien conocida, las medidas de control siguen aproximadamente la misma secuencia que en el control de insectos: (a) uso de variedades resistentes, si las hay; (b) siembra libre de enfermedades únicamente, o de semilla que haya sido tratada para matar los contaminantes; (c) evasión o retraso de la infección, plantando tempranamente antes que la abundancia del inóculo aumente; (d) si ciertos insectos son vectores reconocidos en la transmisión de la enfermedad (virus), encaminar los

esfuerzos necesarios para combatir a esos insectos; (e) sembrar otros cultivos que no sean afectados por ninguna enfermedad grave, a fin de reducir la propagación de un campo a otro, y (f) la aplicación de cualesquiera medidas apropiadas para reducir el inóculo en los períodos entre cultivos, que incluyen el control de la maleza n cuanto esta aparece en los campos y sus alrededores.

#### *9. Cosecha y secado*

La cosecha debe hacerse en cuanto el grano madura por completo y el sol lo ha secado en el campo, hasta reducir su contenido de humedad lo más posible para el clima local. El contenido de humedad preferible para el cultivo en el campo debe ser menos del 20%, y si es menor del 15%, se simplificará el secado ulterior en el almacén. La semilla y el grano deben reducir su contenido de humedad en el campo cuando prevalecen condiciones de secado, ya que este es el método más simple y barato para reducir la humedad hasta el 10% que requiere el almacenamiento seguro. Sin embargo, puede ser necesario admitir un término medio para proteger al cultivo de las aves, roedores e insectos destructivos. Tal cosecha temprana debe ir seguida de medidas para obtener un secado completo en lugares descubiertos o almacenes ventilados. El grano seca con más rapidez y seguridad si se le quita toda materia extraña cuando se le transporta desde el campo.

Los insectos que infestan granos o semillas representan una grave amenaza para todo el grano y la semilla que se almacena en los trópicos. El peligro es mayor en climas húmedos, pero también en los climas secos se sufren pérdidas considerables. Cuando la experiencia indica la probabilidad de graves daños causados por insectos, debe buscarse alguna guía sobre tratamientos prácticos a fin de eliminar los insectos cuando se almacene el grano o la semilla. Los tratamientos preventivos son más eficaces y menos costosos que tratar de combatir las infestaciones una vez que estas se desatan.

#### *10. Limpieza y procesamiento iniciales de las cosechas*

El manejo inicial de las cosechas que llegan del campo guarda una relación directa con la utilidad neta que percibe el agricultor. La cosecha debe secarse lo antes posible hasta que alcance el contenido de humedad que garantice un almacenamiento seguro, debe procesarse para que se le quite toda materia extraña, ha de

tamizarse o seleccionarse para eliminar todas las porciones inaceptables para la venta (y las que no puedan almacenarse con seguridad), y se le tiene que aplicar el tratamiento preliminar que logre suprimir las infestaciones de insectos durante el almacenamiento.

Aunque todas estas prácticas son factibles y necesarias para las cosechas destinadas a los canales comerciales, la necesidad de dicho procesamiento es tal vez igualmente grande para los agricultores que se sirven del almacenamiento provisional en la granja antes de enviar su producto al mercado, y para todas las provisiones que se conservan en la granja para la alimentación de la familia. De acuerdo con

los informes fragmentarios referentes a la gravedad de las pérdidas que se producen en las cosechas almacenadas en las granjas, los métodos efectivos para reducir esas pérdidas contribuirían considerablemente a aumentar las utilidades netas que obtienen los agricultores en todos los países en desarrollo, prácticamente. Sería sensato proteger el producto para su aprovechamiento cabal después que ha sido producido y cosechado. El no hacerlo así puede menguar considerablemente los beneficios resultantes de la más eficiente producción en el campo. Debe prestarse cada vez más atención a la tecnología tendiente a encontrar formas económicas de procesar y almacenar en la granja los granos y semillas.

## CAPITULO 5

### ARROZ (*Oryza sativa*)<sup>1</sup>

El arroz es un cereal de primera importancia en muchos países y se cultiva en todos los continentes. Es el principal alimento en la dieta de más de la mitad de los pobladores del mundo. Aproximadamente el 90% del arroz mundial se cultiva en Asia. Fuera de Asia y las islas adyacentes, los países importantes como productores de arroz incluyen Brasil, Colombia y Perú en América del Sur; Egipto y la República Malagache en África; los Estados Unidos y México en América del Norte; Italia y España en Europa, y Australia. Aunque los Estados Unidos producen menos del 2% de la cosecha anual de arroz, este país es el principal exportador de dicho cereal pues más de la mitad de su producción se exporta. El arroz es una antigua planta alimenticia del Lejano Oriente y data, cuando menos, del año 3000 A.C.

El arroz se considera a menudo un cultivo tropical, pero se cultiva tanto en la zona templada como en la tropical de África, Asia, América del Norte, Oceanía, América del Sur, y en la parte sur de Europa. El rendimiento del arroz es generalmente mucho mayor en las zonas templadas que en las tropicales, a causa de diferencias climáticas y en prácticas de cultivo, incluyendo las variedades que se emplean. Sin embargo, las nuevas variedades de alto rendimiento y las prácticas de cultivo mejoradas que se han desarrollado en estaciones de investigación internacionales y nacionales, han demostrado que también en las zonas tropicales es posible obtener elevados rendimientos.

El cultivo de arroz es único por la capacidad que muestran sus semillas para germinar en el agua y sus plantas para crecer en terrenos anegados. Sin embargo, las semillas de arroz no germinan, de ordinario, si están cubiertas a la vez por tierra y agua. El arroz puede cultivarse como cosecha de riego o de tierra baja (tierra

húmeda), o como arroz de tierra alta (alimentada por lluvia) cuando no recibe riego. Los dos tipos generales de producción requieren diferentes métodos de cultivos. En los países desarrollados donde el rendimiento de los granos es bastante alto, la mayor parte del arroz se cultiva bajo riego controlado. Varios sistemas de riego controlado o sin control se emplean en diversos países para proporcionar el agua necesaria para el crecimiento adecuado de la planta de arroz.

Es grande la cantidad de arroz que se cultiva en suelos de tierras altas, pero este tipo de cultivo suele limitarse a zonas de lluvia relativamente abundante durante la temporada de crecimiento. El agua de la lluvia se represa en algunos casos y en otros no. Gran parte del arroz que se cultiva en América Central y del Sur, así como en muchos países del Asia, se produce en condiciones de tierra alta. Pueden obtenerse rendimientos bastante satisfactorios en las temporadas uniformemente muy lluviosas, pero las temporadas secas pueden acarrear rendimientos muy bajos. En las Filipinas y el resto del sureste de Asia, gran parte del arroz se cultiva en terrazas o bancales de regiones montañosas. A veces, toda la ladera de una montaña se convierte en una serie de arrozales palay. Los vertederos permiten que el agua represada descienda de una terraza a la siguiente.

El arroz flotante se cultiva en algunas regiones del sureste de Asia, en las que los ríos se desbordan durante la temporada de crecimiento. Antes de la temporada de inundación, se siembran variedades especialmente adaptadas. El agua sube lentamente y las plantas se alargan con rapidez conforme aumenta la profundidad del agua. Los tallos del arroz son débiles pero el agua los sostiene. Cuando las aguas de la inundación descienden, las plantas se acaman, pero el crecimiento ya ha sido suficiente para que las panojas toquen el suelo y el grano pueda producirse. Ese tipo de arroz debe cosecharse a mano. En años recientes, los genetistas que trabajan con el arroz en Tailandia,

<sup>1</sup> Editado por T. H. Johnston, Agrónomo Investigador y Asesor Técnico, Rice Breeding, Southern Region, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, en colaboración con la University of Arkansas Rice Branch Experiment Station, Stuttgart, Arkansas 72160.

y tal vez en otras partes, han logrado algunos éxitos en el desarrollo de variedades flotantes que producen menor cantidad de paja y que son más resistentes al acame o vuelco. Sin embargo, las plantas han conservado la capacidad de crecer con rapidez cuando la necesidad se presenta.

### Requisitos ambientales

#### *Temperatura y agua*

El arroz requiere temperaturas relativamente altas durante toda la temporada de crecimiento, por lo cual está restringido a los climas tropicales o a las temporadas semicálidas de las zonas subtropical y templada. Los requisitos de agua del arroz son bastante elevados, y el que se cultiva en tierras bajas puede permanecer en anegamiento la mayor parte de la temporada de crecimiento, la cual puede prolongarse entre 3 y 5 meses. La cantidad de agua de riego que requiere es menor cuando el subsuelo es relativamente impermeable y la lluvia es abundante en la temporada. Se requiere agua de buena calidad para una producción de arroz satisfactoria.

Existen considerables variaciones en los métodos que se emplean para proporcionar el agua de riego. La fuente del agua puede variar, desde inundaciones estacionales naturales de las áreas bajas, cerca de ríos, hasta complicados sistemas de presas, embalses y canales que permiten el completo control del agua. El agua puede bombearse de pozos o se puede obtener de ríos por medio de bombas aspirantes y zanjias a cielo abierto. Existe la tendencia a desarrollar instalaciones de riego bien construidas y eficientes que aprovechen al máximo el agua para la producción de cultivos durante todo el año, cuando las temperaturas son adecuadas. Los sistemas más primitivos que dependen de la inundación natural pueden producir rendimientos relativamente bajos, tratándose del arroz, por la incertidumbre en cuanto al suministro de agua y la dificultad de ejecutar oportunamente las prácticas de cultivo necesarias, incluyendo el control de maleza y la fertilización.

El riego efectivo implica no solo un suministro adecuado y controlado de agua de buena calidad, sino también un desagüe eficiente siempre que haya agua en exceso. Cuando el arroz se siembra directamente, en vez de ser trasplantado, el buen drenaje es indispensable a fin de permitir que la tierra seque lo suficiente para permitir su preparación adecuada para la siembra. A veces es necesario desagüar un

campo de arroz para permitir que la superficie del suelo seque y haga factible la aireación del sistema radicular del arroz cuando empieza la etapa intermedia de la temporada, para prevenir los daños de la enfermedad de las espiguillas erectas. El desagüe temprano puede ser necesario para reducir la posibilidad de daños causados por condiciones adversas del suelo o por los insectos, como el gorgojo del arroz acuático. Los arrozales inundados suelen drenarse una o dos semanas antes que el arroz madure. Esto es especialmente necesario cuando el arroz se cosecha mecánicamente o cuando las tormentas hacen que las plantas de arroz se vuelquen o caigan severamente. Si no es posible desagüar los campos en forma adecuada en esta etapa, es muy importante que las variedades de arroz que se cultiven posean latencia después de la cosecha; de lo contrario, los granos de las cañas que han caído dentro del agua germinarán estando todavía en la panoja e espiguilla.

#### *Suelos*

El arroz de tierra baja (tierra húmeda) se cultiva principalmente en suelos arcillosos bastante pesados o en otros suelos en los que subyace una capa dura o subsuelo impermeable. Las pérdidas de agua por filtración en dichos suelos es pequeña, y los mismos no pueden ser igualmente adecuados para otros cultivos que requieren sistemas radiculares más profundos para producir rendimientos satisfactorios.

El arroz de tierra alta, o alimentado por lluvia, se cultiva en suelos de muchos tipos, en regiones de precipitación pluvial entre alta y moderada, donde el perfil del suelo puede estar húmedo la mayor parte del tiempo o solo en forma ocasional. El arroz de tierra alta, por lo tanto, suele ser mucho menos productivo que el arroz que recibe riego, especialmente en los años de poca lluvia.

Los suelos ricos en sodio son salinos, o son alcalinos, lo cual no es satisfactorio, de ordinario, para la producción del arroz. El arroz prospera mejor en suelos ligeramente ácidos. Si los ríos u otras fuentes de agua de riego resultan contaminados con agua de mar (salada), las plantas de arroz pueden resultar perjudicadas. El arroz puede tolerar concentraciones algo elevadas de sal cuando las plantas son grandes, pero las concentraciones elevadas pueden matar a las plantas tiernas y provocar esterilidad (falta de producción de semilla) en las plantas de mayor edad hacia el momento de la floración. La gravedad del daño depende,

en parte, del tipo de suelo y de la variedad de que se trate. Algunas variedades son más tolerantes que otras a las condiciones adversas de suelo y agua. Puede ser posible cultivar arroz satisfactoriamente en suelos problemáticos que son algo alcalinos, aplicando pequeñas cantidades de cinc al suelo en los inicios de la temporada de crecimiento. También la aplicación de sulfato de amonio, como fuente de fertilizante nitrogenado al principio de la temporada, puede beneficiar considerablemente a las plantas de arroz tiernas que crecen en suelos medianamente alcalinos.

#### Existencia de variedades mejoradas

Las plantas de las diferentes variedades de arroz (cultivars) tienen una altura que oscila entre 60 y 180 cm. Pueden producir uno a varios vástagos o cañas, dependiendo de factores tales como el espaciamiento y variedad o tipo de las plantas, el nivel de fertilidad del suelo, la humedad disponible y el control de plagas y enfermedades. Cada caña remata normalmente en una espiguilla o panoja terminal que puede contener hasta 100 ó 150 granos, encerrados fuertemente en un par de vainas (glumelas), lemma y pálea. Al madurar, la espiguilla sale totalmente de la vaina de la hoja más superior (también llamada la "bota") en forma característica, aunque en algunos casos puede estar parcialmente encerrada. El color de la vaina puede ser amarillo paja, dorado o ligeramente rojizo, morado o castaño. Una vez que se retiran las vainas, los granos (arroz pardo) de diferentes variedades tienen longitudes de 3.5 a 8.0 mm, anchura de 1.7 a 3.0 mm y espesor de 1.3 a 2.3 mm. Las variedades de arroz que se cultivan en los E.U.A. se clasifican como de grano largo, mediano y corto. La longitud promedio de los granos de arroz pardo es de 6.61 a 7.5 mm para el grano largo; 5.51 a 6.6 para el grano mediano, y 5.5 o menos para los tipos de grano corto. Las relaciones promedio de longitud sobre anchura son de más de tres, 2.1 a 3, y hasta 2.1 mm, para los tipos de grano largo, mediano y corto respectivamente. El arroz pardo de algunas variedades que se cultivan en otros países muestra una diversidad mayor en cuanto a la medida de los granos.

La mayoría de la gente desea ciertos tipos específicos de grano de arroz o, cuando menos, un arroz que presente ciertas características de cocción y procesamiento. Las variedades de arroz difieren considerablemente en calidad, incluyendo las características de cocción y procesamiento. El contenido de almidón amiloso del arroz sin cáscara guarda estrecha

relación con su calidad de cocción. Por ejemplo, las variedades de grano largo que se cultivan típicamente en los E.U.A. tienen un contenido de amilosa relativamente alto, y el arroz sin cáscara permanece seco y suelto tras la cocción, con los granos separados. Las variedades medianas y cortas tienen menor contenido de amilosa, y los granos tienden a pegarse cuando están cocidos. El arroz glutinoso o ceroso (a veces llamado arroz dulce) que se cultiva en algunos países para usos especiales, prácticamente no contiene amilosa. Se emplea varias pruebas físicas y químicas para determinar con precisión las características de cocción y procesamiento de las distintas variedades de arroz. Los fitotécnicos del arroz trabajan estrechamente con los químicos de cereales, en centros de investigación del arroz bien desarrollados, para garantizar que las nuevas variedades mejoradas de este cereal posean las características de calidad deseadas.

El valor nutritivo del arroz es muy importante, y las investigaciones se iniciaron hace más de 20 años, por Adair y sus colaboradores en Arkansas (E.U.A.) para obtener variedades de arroz con mayor contenido proteínico. La investigación para mejorar el valor nutricional intrínseco del arroz, especialmente respecto al contenido proteínico y la calidad, se ha proseguido y ampliado en Arkansas y en otros lugares de los E.U.A., sobre todo en el Centro de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de E.U.A. en Beltsville, MD. En años recientes se ha puesto considerable empeño en mejorar la calidad nutritiva de las variedades de arroz, en el Instituto Internacional de Investigación del Arroz en las Filipinas y en otros centros análogos. Hasta la fecha, las variedades experimentales adaptadas y las líneas obtenidas por selección han logrado desarrollarse dentro de un promedio sistemático de 2 puntos de porcentaje (20 a 25%), en cuanto al contenido proteínico, por encima del que corresponde a las variedades de cultivo ordinarias, tratándose de arroz pardo. También se está investigando considerablemente la lisina y otros aminoácidos de la proteína del arroz, incluyendo experimentos de alimentación detallados para evaluar el valor nutritivo de las variedades mejoradas.

Los fitotécnicos del arroz han hecho grandes hazañas al desarrollar variedades de cultivo mejoradas cuya paja es más corta y enhiesta. Estos programas de mejoramiento de variedades se realizan conjuntamente con otros agrónomos, especialistas en suelos y fertilizantes, patólogos, fisiólogos, entomólogos e investigadores de otras disciplinas afines. Esto ase-

gura el desarrollo de variedades que responden a la fertilización con nitrógeno; tienen sus plantas el tipo adecuado, incluyendo una alta resistencia al vuelco; son resistentes a los peligros de la producción, tales como enfermedades, insectos y condiciones adversas del suelo, y producen rendimientos relativamente altos y estables, en el campo y en el molino, con las características de cocción y procesamiento deseables.

Durante los últimos quince años (los sesenta y comienzos de los setenta), se desarrollaron las variedades de alto rendimiento (VAR) llamadas semi-enanas o de corta estatura, de paja enhiesta, que responden a altos niveles de fertilización con nitrógeno, gracias a los programas de mejoramiento genético coordinados de Taiwán, Japón, el Instituto Internacional de Investigación del Arroz en las Filipinas, India, Tailandia, Colombia, los E.U.A. y, tal vez, en otros lugares. El Instituto Internacional de Investigación del Arroz emplea variedades mejoradas de Taiwán, las Filipinas y otros países asiáticos, para desarrollar variedades de alto rendimiento y el correspondiente "paquete" de fertilización y prácticas de cultivo que a veces produce hasta 8,000 ó 9,000 kilogramos por hectárea de arroz palay, en contraste con el promedio de 2,000 kilogramos por hectárea que se obtiene en la mayoría de las regiones agrícolas de Asia. Ciertas variedades mejoradas desarrolladas en los E.U.A. y en otras partes, que son algo más altas que los tipos de "corta estatura", producen rendimientos de grano igualmente elevados en ciertas condiciones, empleando niveles un tanto menores de fertilización con nitrógeno. Sin embargo, las VAR cuyas plantas tienen una altura moderada suelen ser más susceptibles al vuelco que las de corta estatura.

Existe la posibilidad de que el incremento muy rápido de las superficies dedicadas a cultivar una sola variedad mejorada, de arroz por ejemplo, llegara a ser indeseable. Un peligro importante surge cuando una área geográfica extensa se planta con una variedad específica. Si se produjera un brote de determinada enfermedad para la cual dicha variedad fuera altamente susceptible, el peligro de dicha enfermedad sería la devastación de gran parte de la mencionada región. Sin embargo, si las grandes extensiones cultivadas se dividen en tres o cuatro variedades diferentes, con antecedentes genéticos diversos y que tengan respuestas variables a las principales enfermedades o insectos, las pérdidas causadas por tales plagas serían mucho menos cuantiosas.

Para obtener la máxima producción de

grano, se ha considerado necesario no solo adoptar las variedades mejoradas de alto rendimiento, sino también aprovechar la temporada apropiada para la siembra, conservar la densidad óptima de plantas por hectárea, proporcionar la fertilización y el control de plagas adecuado, y cosechar prontamente. Puede resultar relativamente inútil sembrar variedades de cultivo de alto rendimiento sino se utilizan prácticas de cultivo mejoradas.

En cualquier país o área geográfica, es importante cultivar solamente las variedades que se adaptan bien a la región. Cuando sea posible, también es importante cultivar las variedades que tengan el tipo de grano adecuado, que presente las características de cocción que desean los consumidores.

#### **Prácticas de cultivo (arroz de tierra baja)**

##### **Rotaciones**

Siempre que sea económicamente factible, conviene cultivar el arroz en rotación con otras plantas bien adaptadas en la región. Las rotaciones más comunes en los E.U.A., donde el arroz se siembra directamente y solo se obtiene una cosecha al año, son las siguientes: arroz-avena-soya y, algunas veces, lespedeza, que puede sembrarse sobre la avena; arroz-soya-soya; dos años de arroz- 3 años de pastura mejorada, u otras combinaciones de arroz y pastura, ya sea mejorada o sin mejorar. Las pasturas para apacentamiento del ganado se mejoran mediante la siembra de trébol o pastos en el rastrojo del arroz, después de cosechar con combinada y aplicar fertilizante según lo requiera dicha pastura.

En la mayoría de las zonas arroceras de los E.U.A., los cultivos se efectúan en rotación porque, bajo cultivo continuo, el suelo generalmente pierde su fertilidad y su materia orgánica. El deterioro resultante de las condiciones físicas del suelo dificulta considerablemente la preparación de la tierra para la semilla. Además, el suelo se va infestando progresivamente de malas hierbas y enfermedades que reducen el rendimiento y la calidad del arroz.

En el Instituto Internacional de Investigación del Arroz en las Filipinas, Bradfield realizó experimentos de rotación intensiva con arroz trasplantado. Alternó cosechas de arroz con soya o sorgos en grano y, sirviéndose de variedades de temporada corta, logró producir cuatro cosechas, que incluían dos cosechas de arroz de alto rendimiento y otras dos cosechas en sólo algo más de doce meses. Las rotaciones que pueden resultar satisfactorias en otros paí-

ses pueden incluir otros cultivos, como trigo, maíz, legumbres alimenticias, cacahuate o maní y hortalizas.

Cuando es preciso cultivar continuamente arroz en la misma tierra, es muy importante tomar todas las medidas de control de malas hierbas, enfermedades e insectos que resulte posible aplicar. El incorporar al suelo o al lodo todos los residuos de rastrojo de arroz o malas hierbas inmediatamente después de la cosecha, para que se descompongan, suele ayudar a combatir dichas plagas.

### *Preparación de la tierra*

La preparación de la tierra para la siembra es muy importante en los países donde se cultivan grandes extensiones y el arroz se siembra directamente para la producción mecanizada. El buen desagüe es indispensable para que el equipo de tierra seca, como arados comunes o de disco de varios tipos, pueda utilizarse para voltear, al menos parcialmente, los residuos de la cosecha, o bien, para incorporarlos al suelo inmediatamente después de la cosecha. Después de que se deja descansar el terreno durante dos o tres meses, cuando el clima es frío, para que los residuos de la cosecha puedan descomponerse, la tierra vuelve a labrarse con grada de discos, grada con diente de resorte, cultivadoras u otros implementos similares, para deshacer los terrones y destruir la vegetación que pudiere hallarse. A continuación, la tierra se trabaja con niveladoras o conformadoras, a fin de rellenar cualquier depresión. La superficie del suelo se nivela lo más posible para permitir un buen desagüe y ayudar a controlar cuidadosamente la profundidad del agua cuando el campo se ha inundado. Una profundidad uniforme y superficial del agua (5 a 10 cm) es deseable para obtener los mejores resultados con las variedades mejoradas de corta estatura.

Cuando el cultivo vaya a ser trasplantado de almácigas, el campo o palay bien preparado debe tener las siguientes características: (1) el lodo y el agua deben mezclarse perfectamente; (2) la maleza, la paja y el rastrojo del arroz u otros residuos de la cosecha que se hayan volteado con el arado, deben estar perfectamente descompuestos, y (3) el terreno debe estar bien nivelado y encharcado. La nivelación cuidadosa es importante para permitir una distribución uniforme del agua de riego en el palay. (Se proporcionan instrucciones detalladas para la producción de plántulas de arroz en un folleto publicado en 1972 por The International Rice Research Institute, P.O. Box 583, Manila, Phi-

lippines, titulado "Tropical Rice Growers Handbook—Production of Seedlings". Se dan recomendaciones generales para cultivar arroz trasplantado en un "Rice Production Manual" compilado por el Rice Information Cooperative Effort—R.I.C.E.—University of the Philippines College of Agriculture en cooperación con I.R.R.I.). Los arrozales deben mantenerse mojados y habrá de trabajárseles con tractores pequeños, desarrollados recientemente, y equipo diseñado especialmente, o bien con el equipo más tradicional y con tracción animal.

### *Semilla y plántula o siembra*

Debe tenerse cuidado para usar la mejor semilla disponible, de variedades que estén bien adaptadas a la región donde va a producirse la cosecha. Factores importantes son la pureza genética de la variedad, la ausencia de mezclas de otras variedades y malas hierbas, y el bajo contenido de humedad de la semilla, así como su alta germinación. Estos factores deben tomarse en cuenta tanto para la siembra directa como para la producción de plántulas destinadas al trasplante. Entre los métodos para producir las plántulas se cuentan: (1) cuadro de siembra mojado ordinario donde las semillas se siembran en cuadros levantados, con zanjas de drenaje entre ellos—si el suelo es fértil, la fertilización con nitrógeno puede no ser necesaria—cuando sea necesario, el nitrógeno se incorpora al suelo antes de la siembra; (2) el método del cuadro seco, donde el agua es limitada y los cuadros levantados se preparan en seco, con canales entre ellos—se siembra semilla pre-germinada, de modo uniforme sobre el cuadro, y se cubre con arena fina; (3) el método "Dapog" (que se usa extensamente en el sur de Luzon, Filipinas) puede emplearse donde hay agua en abundancia—la superficie de los cuadros de siembra, levemente alzados, se cubre con hojas de plátano, sacos vacíos de cemento o fertilizante, láminas de plástico o pequeñas losetas de concreto—la semilla pre-germinada se siembra abundantemente y el agua se vierte a chorros sobre las plántulas en desarrollo, dos veces al día, durante tres o cuatro días—después, las plántulas se inundan hasta una profundidad de uno a dos centímetros durante 10 a 14 días, después de lo cual ya están listas para trasplantarse en pequeños grupos. Si se usa el método "Dapog", es frecuente que se puedan plantar de 5 a 10 plántulas por agujero, pero con otros métodos y plántulas de más edad, de dos a cuatro plántulas por agujero son suficientes.

Los campos para el trasplante deben someterse a una buena labranza y después a una

inundación superficial para que las plántulas penetren con facilidad en lodo blando. Los agujeros para las plántulas deben tener un espaciamiento de 20 por 25 cm. El espaciamiento menor es conveniente cuando se utilizan prácticas de cultivo mejoradas. La preparación satisfactoria del campo para el arroz transplantado suele incluir una inundación inicial para reblandecer el suelo, y cultivo repetido (a mano, con tracción animal o mediante equipo automotor) para incorporar toda la vegetación y los fertilizantes previos a la siembra. Las hierbas perennes son destruidas y las plagas de insectos se reducen considerablemente mediante una cuidadosa preparación del suelo.

El arroz puede sembrarse directamente con sembradora mecánica que distribuye las semillas uniformemente, en hileras superficiales que luego se cubren de tierra como parte de la operación de siembra. Con frecuencia se utiliza un pesado rodillo de metal para darle más firmeza al cuadro de siembra y ayudar a que se conserve la humedad. Otros métodos incluyen la siembra a voleo de semilla seca desde aeroplanos, a mano o con equipo terrestre especial, sobre un cuadro de siembra preparado, ya sea que esté seco o que haya sido inundado recientemente hasta una profundidad de unos 10 cm. Cuando se va a sembrar a voleo en el agua, la semilla debe haber pre-germinado durante 24 a 36 horas antes de ser sembrada con aeroplano u otros medios. Cuando se disponga de los materiales y los métodos apropiados, es aconsejable tratar la semilla con algún fungicida recomendado para ayudar a garantizar un mejor herbaje.

Cuando el arroz vaya a sembrarse directamente, es preciso elegir una variedad adecuada y debe disponerse de suficiente agua para el riego. También debe contarse con medios adecuados y eficaces para combatir la maleza y las plagas de insectos. Las proporciones de siembra que se sugieren para variedades de baja estatura oscilan entre 90 y 120 kilogramos por hectárea de semilla, cuando las hileras tengan un espaciamiento entre 15 y 25 cm; para las variedades de alta estatura, una proporción de 60 a 80 kilogramos por hectárea debe ser adecuada. Si el porcentaje de germinación de la semilla es menor del 80 por ciento, la proporción de siembra deberá incrementarse proporcionalmente para producir un herbaje adecuado. Investigaciones realizadas en Arkansas (esfuerzo cooperativo del Departamento de Agricultura de E.U.A. y de la Estación de Experimentación Agrícola de Arkansas) demostró que un herbaje adecuado lo constituyen de 150 a 300 plántulas de arroz por metro cua-

drado. Sin embargo, la competencia de 50 plantas de panizo pata de gallo por metro cuadrado, durante toda la temporada de crecimiento, redujo el rendimiento del grano casi en un 50%. Pueden obtenerse rendimientos de grano bastante satisfactorios con un número algo menos de plantas si la maleza se mantiene bajo control y se aplica fertilizante nitrogenado en forma abundante y oportuna.

### *Fertilización*

El debido equilibrio de los principales elementos fertilizantes (potasio, fósforo y nitrógeno) es necesario para la máxima producción de las nuevas variedades de arroz llamadas de alto rendimiento. Estas variedades mejoradas, especialmente los tipos de corta estatura, de tallo enhiesto o no susceptibles al vuelco, suelen responder bien a niveles bastante elevados de nitrógeno disponible. Las tierras boscosas recientemente aclareadas pueden ser ricas en nitrógeno nativo, pero la mayor parte de este nitrógeno es consumido por los dos o tres primeros cultivos de arroz. Después, es necesario proporcionar el nitrógeno necesario mediante cultivos de abono verde, los cuales se voltean bajo la superficie del suelo, o sirviéndose de aplicaciones de fertilizantes comerciales. El sulfato de amonio y la urea son los fertilizantes nitrogenados comerciales más adecuados para ser aplicados al principio de la temporada de crecimiento. El amoniaco anhidro es bastante satisfactorio para aplicaciones previas a la siembra en la producción de arroz de tierras bajas si se aplica a suficiente profundidad (10 a 15 cm) y se sella dentro del suelo para que no escape a la atmósfera. Otras formas de fertilizante nitrogenado, como el nitrato de amonio y las soluciones líquidas de nitrógeno, pueden ser fuentes adecuadas para aplicaciones a media temporada. Las plantas de variedades de arroz susceptibles de responder requieren niveles moderadamente altos de nitrógeno al principio del ciclo de desarrollo para el establecimiento de un buen sistema radicular y para que las raíces retoñen. Los otros períodos de máxima necesidad de nitrógeno son el comienzo de la etapa reproductiva de crecimiento, cuando la panoja empieza a desarrollarse y se inicia la formación del grano. Si el fertilizante nitrogenado se aplica tardíamente en la etapa de crecimiento vegetativo, el crecimiento y alargamiento del tallo suele producirse, con la consecuente propensión al vuelco o acame prematuro. Si se retrasa la aplicación de nitrógeno a media temporada hasta que se ha iniciado el alargamiento del tallo, el resul-

tado suele ser un menor desarrollo de paja y la reducción del peligro de un vuelco grave. En la producción de arroz de tierra baja, el adecuado manejo del agua es muy importante para prevenir las pérdidas de nitrógeno del suelo.

Las variedades locales o indígenas que suelen volcarse marcadamente, incluso con niveles moderados de nitrógeno, toleran niveles relativamente bajos de fertilización con nitrógeno. Por el contrario, se requieren proporciones de fertilizante nitrogenado relativamente altas para aumentar el rendimiento de las variedades mejoradas, de corta estatura y susceptibles de responder, hasta 7 u 8 toneladas métricas (7,000 a 8,000 kilogramos) de grano por hectárea. Sin embargo, muchas de estas variedades mejoradas producen la misma cantidad de grano que las variedades locales cuando se aplican a ambos niveles bajos de fertilizante nitrogenado.

Cuando se usan proporciones totales elevadas (más de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno efectivo) de fertilizante nitrogenado en las variedades de alto rendimiento, generalmente es recomendable dividir la cantidad total en tres aplicaciones. Si se aplica el 40 ó 50 por ciento de nitrógeno total al principio de la temporada y el resto en dos aplicaciones iguales a media temporada se ayuda a prevenir el excesivo desarrollo vegetativo que tiende a hacer las plantas de arroz más susceptibles a varias enfermedades. La investigación efectuada en Arkansas (E.U.A.) demostró que las plantas crecen normalmente hasta una altura moderada (115 a 125 cm), pero que la aplicación oportuna de la fertilización con nitrógeno a media temporada redujo la altura de las plantas en 18 cm, disminuyó el vuelco del 69% a sólo el 2%, e incrementó el rendimiento de grano de 5,700 a 7,900 kilogramos por hectárea. Para lograr mejores resultados de las proporciones bastantes altas de nitrógeno total, la primera aplicación de media temporada debe hacerse cuando el primer internudo en crecimiento del 50% de los tallos principales de una variedad determinada alcance una longitud específica. Por la popular variedad Starbonnet, de tallo enhiesto esta longitud es de unos 12 mm, mientras que para otras variedades con una resistencia algo menor al vuelco, la longitud específica es de unos 37 mm. Esto corresponde de ordinario a la época en que la panoja en desarrollo alcanza unos 2 mm de longitud. Algunos tallos principales se cortan con una navaja para determinar en qué etapa de desarrollo se encuentra la planta. La segunda aplicación complementaria de fertilizante nitrogenado a media temporada debe efectuarse unos 10 días des-

pués de la primera aplicación de media temporada. En campos grandes sembrados directamente, estas aplicaciones de media temporada se efectúan desde aeroplanos, sin extraer el agua de riego de los campos.

Una parte, si no la totalidad, de las necesidades de fosfato y potasa del arroz de tierra baja pueden suministrarse mediante estiércol animal, composte, abono verde y residuos de cosechas previas que se incorporan al suelo durante la preparación de la tierra para la siembra. Cuando sea factible y necesario, la aplicación de fertilizantes fosfatados y de potasa puede incorporarse a la tierra antes de la siembra o el trasplante.

### *Control de plagas*

El control de maleza, enfermedades e insectos parásitos del arroz es indispensable para alcanzar niveles satisfactorios de producción en cualquier tipo de cultivo de arroz. Si se planta el arroz en hileras, se facilita el empleo de pequeños dispositivos para el deshierbe y se permite la aplicación manual de sustancias químicas para combatir a las plagas importantes. Todos los tipos de plagas del arroz tienden a ser más abundantes en tierras dedicadas continuamente al cultivo del arroz, pero su abundancia puede reducirse sustancialmente si el arroz se cultiva en rotación con otras plantas, especialmente cultivos en hilera, en los cuales se combatan las malas hierbas y otras plagas. La maleza compite con las plantas de arroz por nutrimentos, luz solar y humedad, y debe ser erradicada o combatida al principio de la temporada de crecimiento, a fin de evitar graves mermas en el rendimiento. Los organismos patógenos, roedores e insectos pueden vivir y multiplicarse en los residuos de la cosecha o en malas hierbas y basura, en los linderos de los campos. El cultivo limpio ayuda a mantener en un mínimo a los insectos y roedores perniciosos. El cultivo de variedades resistentes a enfermedades e insectos específicos ayuda a reducir la abundancia de estos parásitos. Los roedores y las aves perjudican a veces los arrozales gravemente y deben ser combatidos dentro de lo posible.

Entre los insectos que perjudican la producción de arroz en varias partes del mundo se incluyen la cecidomia, varias especies de barrenador de los tallos, la cigarra saltadora verde y el fulgórico pardo, que son vectores o portadores de enfermedades virales, el gorgojo de agua del arroz, y el pantatómido del arroz. Puede lograrse un control parcial, y a veces casi completo, de algunas de estas plagas si se

emplean buenas prácticas agronómicas, aplicaciones oportunas de insecticidas adecuados, y variedades resistentes, cuando las hubiere.

Las enfermedades que pueden ser muy perniciosas incluyen al añublo, que puede ser particularmente grave en el arroz de altura, el virus tungro y otros virus que pueden ser muy destructivos en algunos países arroceros, el tizón bacteriano de la hoja, y varias otras enfermedades de la plántula, el follaje y el tallo. El control efectivo de estas enfermedades depende del uso de buenas prácticas agronómicas, incluyendo aplicaciones oportunas, pero no excesivas, de fertilizante nitrogenado, la obtención de resistencia en las nuevas variedades que se desarrollan y, en algunos casos, aplicaciones de sustancias químicas para combatir al organismo patógeno o al insecto vector.

La maleza puede controlarse mejor en los arrozales con una combinación de prácticas, incluyendo la cuidadosa preparación de la tierra antes de la siembra o el trasplante del arroz; la aplicación oportuna de sustancias químicas adecuadas; el cultivo limpio del arroz que crece en hilera, y el deshierbe a mano. El control de la maleza en otros cultivos que crecen en rotación con el arroz también es muy importante. El uso de herbicidas para combatir la maleza ha aumentado considerablemente en años recientes. Sin embargo, es muy importante emplear dosis adecuadas y aplicar oportunamente los herbicidas específicos que combatirán la especie de hierba parásita sin perjudicar grave o permanentemente al arroz o a los cultivos de campos adyacentes. Un adelanto muy reciente en los métodos para combatir hierbas parásitas específicas lo constituye el control del añil rizado del norte (del género *Aeschynomene*) en los arrozales, esparciendo millones de esporas, propagadas artificialmente, del organismo que provoca una enfermedad de antracnosis en la mala hierba. El método fue desarrollado por Smith y colaboradores en Arkansas (investigación conjunta del Departamento de Agricultura de los E.U.A. y la Estación de Experimentación Agrícola de Arkansas). El organismo patógeno no ha afectado a muchas otras especies de maleza y de cultivo que se han sometido a prueba hasta la fecha.

Las plagas de hierbas e insectos, y las enfermedades que afectan gravemente al arroz varían mucho de una a otra región. Es sumamente importante identificar un brote potencial de cualquier plaga importante lo antes posible, para que los tratamientos tendientes al control de cada plaga pueda aplicarse cuando ésta se encuentra en su fase más vulnerable.

Para mayor información sobre *Protección de*

*Cultivos*, véase el Capítulo 4 del libro—“Tropical Agriculture” por Wrigley. (La lista de referencia está al final del Capítulo 40).

### Producción de arroz de altura

El arroz de altura se denomina a veces “palay de tierra seca”, a pesar de que el cultivo con éxito del arroz sin riego se limita en gran medida a las regiones donde la lluvia, durante la temporada de crecimiento, es tan intensa que el suelo está continuamente húmedo. El arroz consume mucha agua, y el de altura sólo rinde bien con lluvia abundante. Las regiones que tienen períodos de cuatro a seis meses con 130 a 180 mm de precipitación pluvial bien distribuidas cada mes, tienen buenas posibilidades para la producción de arroz de altura. El arroz no tolera la desecación, especialmente durante la floración, pues es entonces cuando las panojas surgen de la vaina o envoltura de la hoja superior de la planta y cuando tiene lugar la polinización de las flores.

El tipo de suelo de que se trate es un factor importante en la producción de arroz de altura, ya que afecta el poder retentivo de humedad del suelo. Los suelos profundos que permiten un desarrollo radicular extensivo y que tienen la textura y la estructura adecuadas para recibir y contener cantidades considerables de lluvia suelen ser los más productivos. El arroz tiene una ventaja sobre otros cereales de tierras altas, pues es más tolerante a los suelos ácidos y menos sensible al encharcamiento ocasional.

El arroz de altura es adecuado para los sistemas de rotación de cultivos que incluyen otras plantas básicas como semillas oleaginosas, mandioca, taro, maíz, sorgo y leguminosas. Los cultivos alternados se producen en temporadas de menor precipitación pluvial. El arroz de altura se clasifica como cultivo erosivo del suelo en tierras con pendientes de 5% o mayores, pero la erosión puede controlarse con las mismas medidas que resultan eficaces con el maíz, el sorgo y el mijo (véase el Capítulo 4). La conservación de la productividad del suelo puede mejorarse con una secuencia regular de una cosecha forrajera alternada con el cultivo labrantío, cuando dichas plantas forrajeras sostienen una empresa ganadera. Las plantas forrajeras ayudan a suprimir la maleza anual; también aportan materia orgánica al ser volteadas bajo la superficie del suelo, y los sistemas radiculares del cultivo forrajero tienden a mejorar la estructura y la fertilidad general del suelo.

Las necesidades de fertilizante que presenta el arroz de altura deben evaluarse en términos

de humedad disponible, así como de fertilidad inherente del suelo. El nitrógeno constituye el principal requisito de nutrimentos, y los fertilizantes que lo contienen como compuestos de amoníaco son preferibles. La adición de fertilizantes de fosfato y potasa puede ser necesaria en los suelos de altura, pero las cantidades requeridas son menores que las del nitrógeno. La cantidad y el tipo de fertilizantes necesarios para producir grandes rendimientos de arroz deben determinarse mediante investigaciones de campo sobre tipos de suelo representativos o, si no se cuenta con dicha investigación, a través de ensayos de laboratorio efectuados sobre muestras representativas del suelo de cada campo, a fin de calcular las necesidades de fosfato, potasa y nitrógeno. En condiciones generalmente favorables de alta humedad, contando con variedades de alto rendimiento, buenas prácticas de cultivo y un adecuado control de plagas, el arroz de altura puede responder a proporciones de fertilizante nitrogenado de 40 a 80 kilogramos por hectárea de nitrógeno elemental. Cuando se disponga de estiércol animal, hasta 20 toneladas métricas por hectárea pueden reemplazar parte del fertilizante comercial. Durante la producción de arroz de altura, puede ser preciso distribuir varias aplicaciones bastante pequeñas de fertilizante nitrogenado, durante la temporada de crecimiento, para obtener rendimientos de grano satisfactorios.

Las variedades que mejor se adaptan al cultivo de arroz de altura pueden no ser las mismas que resultan más productivas en tierras húmedas, pero muchas de las nuevas variedades mejoradas de tierras bajas también superan a las variedades indígenas cuando se cultivan en tierras altas. Se ha trabajado menos en la reproducción selectiva de arroz de altura, que en la del arroz de tierras bajas (arroz húmedo o cenagoso), pero los investigadores de varios países conocen un número considerable de variedades mejoradas capaces de prosperar razonablemente bien en tierras altas. Debe efectuarse una prueba inicial, bien planeada, del desempeño del terreno a fin de determinar la adaptación y la capacidad de rendimiento de todas las variedades mejoradas disponibles, como un preámbulo a la selección de una o dos variedades superiores para una región en especial. En un área determinada, la respuesta de las distintas variedades puede diferir considerablemente, y la elección de una variedad puede afectar profundamente las utilidades.

Es más conveniente sembrar en hileras el arroz de altura, por lo que toca al control de maleza, al tratamiento contra plagas y a la co-

secha. El espaciamiento entre hileras puede variar de 35 a 50 cm. Las proporciones de siembra adecuadas oscilan entre 100 kilogramos por hectárea, para variedades de brotes bajos, y alrededor de 70 kilogramos por hectárea para las de brotes altos. Los suelos más productivos pueden resistir proporciones más elevadas que los suelos arenosos u otros menos productivos.

### Cosecha y trilla

La cosecha del arroz se ha efectuado tradicionalmente a mano y, en algunos lugares, cada panoja se cortaba por separado con un pequeño cuchillo. El uso de hoces de mano se ha incrementado y, aunque sigue siendo una tarea pesada, permite la cosecha selectiva de pequeñas áreas en los campos sembrados con las variedades indígenas más antiguas, que pueden madurar de un modo no uniforme. Con las más recientes variedades y los métodos de cultivo mejorados, que producen herbajes más densos y que maduran con mayor uniformidad, se ha hecho factible la cosecha mecanizada. La cosecha expedita del cultivo maduro, seguida de la inmediata preparación de la tierra y la plantación del siguiente cultivo, permite con frecuencia obtener dos o tres cosechas de arroz, u otros cultivos, cada año en la misma tierra, siempre que el suministro de agua y el clima durante la temporada sean favorables.

Cuando la siega del arroz se efectúa con una hoz, las cañas y espiguillas o panojas segadas se dejan secar al sol. Después de un corto período de secado, el arroz entero o palay (el grano encerrado entre leña y pálea) se somete a la trilla. En algunos lugares y en ciertas condiciones, las cañas de arroz se atan en fardos y, después de cierto grado de secamiento, se colocan en anaqueles de secado o en pequeñas hacinas o montones a fin de trillarlas posteriormente. Se obtiene arroz de mejor calidad y menor cantidad de granos rotos si la trilla se realiza unas cuantas horas después de la siega.

El arroz que se siembra directamente y se cosecha en forma mecánica se siega, de ordinario, cuando el contenido de humedad del grano oscila entre 18 y 21%. Las grandes máquinas combinadas que cortan generalmente una franja de 3 a 4 metros de ancho, cuentan con poderosos motores de tractor para impulsar sus grandes ruedas sobre el suelo a menudo lodoso. Además, la misma unidad de fuerza motriz, u otra complementaria, por medio de una serie de bandas y poleas de transmisión para accionar los cilindros que trillan el grano, impulsar los agitadores que separan el grano de la paja, y elevar el grano limpio hasta un depó-

sito temporal incorporado a la combinada. El grano se descarga de este depósito mediante un transportador mecánico, de tornillo, hasta llegar a un depósito más grande, en una carreta para grano que, a su vez, es tirada por un tractor hasta el lindero del campo. Esta carreta para grano se vacía en forma similar en un camión grande que sirve para transportar el grano hasta una planta de secado comercial de grandes dimensiones. El secado artificial debe hacerse unas cuantas horas después de la cosecha para reducir el contenido de humedad hasta alrededor del 14% para que el almacenamiento sea seguro.

El arroz cosechado a mano puede ser trillado haciendo pasar ganado lentamente sobre un piso duro sobre el cual se han colocado las gavillas del arroz, a fin de separar el grano con cáscara de las cañas. Un método más satisfactorio consiste en gopear las gavillas de la cosecha contra un trozo de madera, o una escalera trilladora colocada verticalmente dentro de una tina para recolectar el grano. La trilla a máquina se difunde cada día más, mediante gran variedad de máquinas que tienen cilindros o tambores provistas de protuberancias que actúan como mayales y arrancan el arroz entero de las espigas. En las regiones arroceras más adelantadas, el accionamiento a mano o pie, utilizado en estas máquinas, está siendo reemplazado por pequeños motores, y se están diseñando y fabricando nuevos tipos de trilladoras pequeñas.

El aventamiento para separar el grano de la paja se realiza principalmente a mano, cuando sopla el viento, arrojando el grano al aire para que la materia extraña, de menor peso, caiga fuera de la pila de grano. Las modernas máquinas trilladoras están provistas de impulsores de aire ajustables que llevan a cabo el aventamiento, después de que se realiza la separación de la paja y el grano mediante tamizado.

### **Secado y almacenamiento**

El arroz recién trillado puede estropearse con rapidez si se expone a altas temperaturas, a un elevado contenido de humedad, a mohos y a sustancias extrañas. Si se limpia con rapidez para quitarle toda la paja, broza, nudos y fragmentos de maleza, se acelera el secado y se reduce el peligro de daños por insectos y por deterioro. Los granos trillados suelen secarse al sol sobre superficies de concreto o de otro material duro, o en secadoras de grano. Cuando el grano se seca artificialmente, debe secarse con lentitud al principio. A partir de un contenido de humedad del 18 al 21%, el arroz

entero debe secarse en forma gradual hasta aproximadamente un 13 ó 14% de humedad. El secamiento rápido hace que los granos se agrieten o se rompan, produciéndose así un porcentaje excesivo de granos rotos, cuando el arroz llega al molino. Para evitar los daños del secado artificial, la temperatura ambiente no debe exceder los 120° F (49° C). Para quitar la humedad al grano se le hace pasar varias veces por una secadora de bandas o una secadora de flujo continuo. Una vez que el contenido de humedad se ha reducido a un 16% aproximadamente, y si se cuenta con las instalaciones convenientes, el arroz puede secarse mientras está almacenado en los depósitos aireados de la granja, proporcionándole calor artificial. La seguridad de dicho almacenamiento y la cantidad de secado que sea factible dependen de la temperatura y del contenido de humedad del aire circundante que se hace pasar a través del grano.

El arroz puede almacenarse satisfactoriamente en la cáscara (arroz entero) después de que se seca hasta un 13 ó 14% de humedad, pero hay que tomar precauciones especiales para evitar los daños que causan insectos y roedores. Los contenidos de humedad más altos propician el crecimiento de mohos, dando por resultado problemas de coloración y acelerando las infestaciones de insectos. Los insecticidas aprobados oficialmente que no son peligrosos para el consumidor deberán emplearse para proteger al grano de los daños que causan los insectos en el almacén.

### **Molido y procesamiento**

El moderno proceso de molido descascara, elimina la capa de salvado del arroz moreno y pulimenta los granos molidos en etapas sucesivas, hasta que se obtiene una alta proporción de granos enteros. El molido del grano con un 13 ó 14% de humedad es preferible a los contenidos de humedad más altos o más bajos. El molido comercial suele ser capaz de producir una recuperación total de arroz molido de alrededor del 65% o más, en peso, del arroz original sin descascarar.

El rendimiento del molido puede promediar de 45 a 60% de arroz de primera (granos enteros o  $\frac{3}{4}$  de granos), 10 a 20% de granos quebrados, aproximadamente 3% de heces de arroz (pequeños fragmentos de granos quebrados), y alrededor del 18% de salvado de arroz. Los molinos de arroz primitivos, que todavía se utilizan ampliamente en el arroz destinado al consumo doméstico, descascaran y pulen el grano en una sola operación, pero producen un

mayor porcentaje de granos rotos y desperdician gran parte del salvado. Los subproductos del arroz molido comercialmente (heces de arroz, salvado de arroz, etc.) tienen un considerable valor en el mercado y hacen que el molido comercial resulte más atractivo desde el punto de vista económico.

En algunos casos, sobre todo en Japón, gran parte del maíz sin descascarar (palay) se descascara y el arroz moreno resultante se almacena hasta poco antes de ser consumido. Entonces es molido y se usa como arroz acabado de salir del molino. Los granos de arroz recién molidos tienden a aglutinarse más, cuando se les cuece, que los granos del mismo tipo de arroz que han sido almacenados después de molidos. Generalmente, el arroz de grano corto o mediano es el que se consume como producto recién molido. El arroz de grano largo, de calidad característica para su consumo en los E.U.A. suele almacenarse durante varios meses como arroz molido, antes de ser vendido al consumidor. Los granos de este arroz preparados en agua hirviendo quedan "secos y esponjosos" después de la cocción, y mantienen su identidad individual aún después de cocidos. Esto contrasta con el comportamiento de los tipos de grano corto y mediano, que tienden a formar grumos tras la cocción.

La gente de diferentes países prepara el arroz de distintas formas, pero en general las preferencias de los distintos grupos se inclinan por el arroz del tipo que puede cocinarse de un modo específico.

### **Mercadeo**

La mayor parte del arroz que se produce anualmente en casi todo el mundo se consume en la misma región donde se cultiva. Recientemente, otros países han empezado a exportar arroz en los años en que su producción total ha sido suficientemente alta. Por lo general, esto ha requerido el desarrollo de algún tipo de sistema de clasificación y la formación de cooperativas de granjeros o de dependencias gubernamentales para que se pueda procesar ordenadamente la cosecha. Esto también implica la construcción de instalaciones adecuadas para secado y almacenamiento, y el desarrollo de un sistema de mercadeo satisfactorio y dúctil.

En los E.U.A. (el principal país exportador de arroz), se ha desarrollado un detallado sistema de clasificación del arroz, por el gobierno, y una extensa red de secadores comerciales, molinos y procesadores. El arroz puede embarcarse en enormes camiones o en furgones

de ferrocarril, hasta los muelles, para ser llevado a otros países del mundo. Un sistema mundial de corredores maneja muchos de los aspectos que componen la compra-venta del arroz. En otros países, gran parte del movimiento del arroz está bajo la supervisión de representantes del gobierno.

### **Aspectos económicos de la producción del arroz**

La principal ventaja del empleo de tecnología mejorada y de variedades mejoradas y bien adaptadas, de corta estatura, inmunes al vuelco y de alto rendimiento, consiste en el considerable incremento en el rendimiento por hectárea, por encima de la producción arrocera tradicional. Estos rendimientos pueden ser hasta dos o cuatro veces mayores que los obtenidos con los métodos de producción y las variedades tradicionales. Un indicio aún más revelador de estas ventajas es el costo real de la producción por tonelada métrica de arroz molido. Sin embargo, un factor adicional de cierta importancia para el productor de arroz es la factibilidad de utilizar la tecnología mejorada para obtener cosechas múltiples (dos a cuatro cosechas al año), ya sea mediante cosechas sucesivas de arroz o cultivando otras plantas en rotación con este cereal. El efecto neto sería un incremento en el ingreso anual de la granja. Además, la producción de otras cosechas alimenticias puede aumentar la variedad de alimentos disponibles y redundar en una mejor alimentación para el pueblo.

En las Filipinas, el Instituto Internacional para la Investigación del Arroz ha realizado estudios detallados, de los cuales sólo mencionaremos aquí unos cuantos aspectos claves: el cultivo sencillo del arroz, conforme a los métodos tradicionales, produjo sólo 1/5 de las utilidades netas obtenidas mediante cosechas dobles con tecnología mejorada, empleando variedades superiores en campos bajo riego. Si se cultiva el arroz con agua de lluvia, el uso de prácticas y variedades mejoradas duplicó las utilidades netas de los agricultores. En estos estudios, las granjas eran suficientemente grandes para aprovechar plenamente el trabajo del agricultor y su familia. Debe hacerse notar que el rendimiento por hectárea se incrementó aproximadamente tres veces, gracias al empleo de prácticas y variedades mejoradas, para producir utilidades netas duplicadas en cuanto al arroz destinado al mercado. Estos incrementos en el rendimiento fueron posibles cultivando variedades inmunes al vuelco y resistentes a las principales plagas de insectos y

enfermedades, y que respondían a una mayor fertilización con nitrógeno. La preparación de la tierra, la plantación, el control de maleza, la cosecha, la trilla y el secado se realizaron con eficiencia. El resultado neto fue obtener una cosecha mayor y conservar un porcentaje más alto de la misma para el mercado. Resulta evidente que, a fin de incrementar las utilidades netas, toda la mano de obra y los materiales utilizados deben producir incrementos en el valor neto de la cosecha, considerablemente superiores al costo total de dicha mano de obra y de los materiales. Es preciso que todas las prácticas y materiales se evalúen cuidadosamente, con relación a su aportación real al valor neto de la cosecha, y que la atención se centre en aquéllos capaces de incrementar las utilidades finales con costos menos que proporcionales.

## REFERENCIAS SOBRE EL ARROZ

1. *Adair, C. Roy y Kyle Engler*  
"The Irrigation and Culture of Rice", 1955, USDA Yearbook of Agriculture, Yearbook Separate No. 2615, págs. 389-394.
2. *Adair, C. Roy y B. D. Webb*  
"Breeding High Protein Rice, Oats, and Barley Varieties", 1971, In Report of Workshop on Assaying Improved High Protein Cultivars for Developing Countries, Office of Agriculture and Fisheries, U.S. AID, Washington, D.C., May 6-7.
3. *Atkins, John G.*  
"Rice Diseases", 1972, USDA Farmers' Bulletin No. 2120, 14 p.
4. *Daniel, J. T., G. E. Templeton, R. J. Smith, Jr., y W. T. Fox*  
"Biological Control of Northern Jointvetch in Rice with an Endemic Fungal Disease", 1973, Weed Science, 21:303-307.
5. *Hall, V. L. J. L. Sims, y T.H. Johnston*  
"Timing of Nitrogen Fertilization of Rice, 1968, II. Culm Elongation as a Guide to Optimum Timing of Applications Near Midseason", Agronomy Journal, 60:450-453.
6. *Huey, Bobby A.*  
"Rice Production in Arkansas", 1971, Agricultural Extension Service Circular 476 (Rev.), 46 p.
7. *International Rice Research Institute* (Instituto Internacional para la Investigación del Arroz)  
"Production of Seedlings", 1972, International Rice Research Institute Tropical Rice Grower's Handbook, 24 p.
8. *International Rice Research Institute* (Instituto Internacional para la Investigación del Arroz)  
"Water Management in Philippine Irrigation System: Research and Operations", 1972, International Rice Research Institute, 270 p.
9. *Johnston, T. H.*  
"Breeding for Increased Protein Content in Rice", 1961, (Abstract), Proc. Rice Tech. Working Group, Lafayette, La.
10. *Johnston, T. H., G. E. Templeton, John L. Sims, V. L. Hall, y K. O. Evans*  
"Performance in Arkansas of Nova 66 and Other Medium-Grain Rice Varieties, 1960 to 1965", 1966, Arkansas Agr. Exp. Sta. Rpt. Ser. 148., 24 p.
11. *Ou, S. H.*  
"A Handbook of Rice Diseases in the Tropics", 1973, The International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 58 p.
12. *Rice Information Cooperative Effort*  
"Rice Production Manual", 1967, International Rice Research Institute, 345 p.
13. *Smith, R. J., Jr.*  
"Weed Competition in Rice", 1968, Weed Science 16:252-255.
14. *Tanaka, Akira y Shouichi Yoshida*  
"Nutritional Disorders of the Rice Plant in Asia", 1970, International Rice Research Institute, Technical Bulletin No. 10, 51 p.
15. *USDA* (Departamento de Agricultura de los E.U.A.)  
"Rice in the United States: Varieties and Production", 1973, USDA, ARS, Agriculture Handbook No. 289, 154 p.
16. *Webb, B. D., C. N. Bollich, N. E. Jodon, T. H. Johnston, y D. H. Bowman*  
"Evaluating the Milling, Cookins, and Processing Characteristics Required of Rice Varieties in the United States", 1972, USDA, ARS-S-1, 8 p.
17. *Wells, B. R. y T. H. Johnston*  
"Differential Response of Rice Varieties to Timing of Midseason Nitrogen Applications", 1970, Agronomy Journal 62:608-612.

## CAPITULO 6

### MAIZ<sup>1</sup>

(*Zea mays*)

#### *El maíz como cultivo alimenticio*

El maíz es también conocido como trigo de India, panizo de Indias o granos de Indias y es un cultivo alimenticio muy difundido en los trópicos y los subtropicos; en términos de consumo per cápita, las mayores cifras las alcanza en América Latina, pero Africa le sigue muy de cerca, pese a sus extensas zonas climáticas más secas donde el sorgo y el mijo se adaptan mejor que el maíz. La producción de maíz asume también proporciones considerables en los países asiáticos como la India, Indonesia, Pakistán, Filipinas, Tailandia y Turquía. El arroz sustituye al maíz en las tierras húmedas de los trópicos y los subtropicos, y el trigo compete con el maíz como cereal importante en muchas regiones, entre los cultivos de riego en la temporada seca.

El maíz es un cultivo alimenticio rico en almidones o carbohidratos, con un promedio de alrededor del 71% en el plano mundial, pero relativamente bajo en proteína (9.5%). El germen contiene casi todo el aceite y aproximadamente un 20% de las proteínas del grano entero. La proteína del germen es de buena calidad nutricional, mientras que la proteína del endospermo es deficiente en dos aminoácidos esenciales: lisina y triptofano. Así, cuando el maíz se prepara como alimento, resulta con un mejor equilibrio nutricional si el germen se incluye en el producto final. Por su gran contenido de almidón, el grano de maíz es un alimento energético. Debe complementarse con alimentos proteínicos, como productos animales y leguminosas de grano o harinas de semillas oleaginosas y con otros alimentos para reunir las vitaminas y minerales que producen una dieta humana bien balanceada.

<sup>1</sup> Editado por Steve A. Eberhart, Genetista Investigador y Profesor, Plant Breeding and Genetics, North Central Region, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, en colaboración con la Iowa State University, Ames, Iowa 50010 y George F. Sprague, Profesor, Plant Breeding and Genetics, Agronomy Dept., University of Illinois, Urbana, Illinois 61301.

En años recientes, una forma mutante de maíz (opaque-2) en la cual los granos tienen un endosperma harinoso, ha demostrado tener un contenido mucho más alto que el maíz común, de dos aminoácidos nutricionalmente esenciales: lisina y triptofano. Los estudios nutricionales realizados en niños mal nutridos demuestran que el maíz "rico en lisina" es un alimento mucho más adecuado que el maíz común y ayudará activamente a prevenir la incidencia de enfermedades nutricionales: kwashiorkor y marasmo. En muchos países se realizan programas intensivos de mejoramiento genético para obtener variedades de uso general a partir de esta forma mutante, y en algunos de ellos se dispone comercialmente de tipos ricos en lisina, como en Brasil, Colombia, los E.U.A., Vietnam y la URSS.

En América Latina y Africa, el grano de maíz se emplea para alimentar al ganado solo en un grado limitado, especialmente para cerdos y aves de corral, y para que se le use más frecuentemente con este propósito será preciso que la producción total de maíz rebase las cantidades necesarias para la alimentación humana. La siguiente exposición considera al maíz como cultivo alimenticio humano. Es sumamente importante incrementar sustancialmente el rendimiento del maíz y, en consecuencia, reducir los costos por unidad de cosecha. Estas mejoras permitirán a los agricultores el logro de mayores utilidades netas, siempre que los precios estén reglamentados de modo que permitan a los agricultores beneficiarse con su incremento de productividad.

En la "faja maicera" de los E.U.A., los rendimientos promedio se han incrementado al triple, aproximadamente, desde 1940, como resultado del desarrollo de híbridos de alto rendimiento, y las prácticas de cultivo correspondientes que comprenden la adecuada aplicación de fertilizantes, herbajes más exuberantes, control de plagas y mejores métodos de cosecha. Europa Occidental ha adoptado métodos de mejoramiento genético y tecnología agrícola similares, con resultados igualmente

buenouando se combinan todas las prácticas eficaces.

En la "faja maicera" de los E.U.A., los rendimientos promedio se han incrementado al triple, aproximadamente, desde 1940, como resultado del desarrollo de híbridos de alto rendimiento, y las prácticas de cultivo correspondientes que comprenden la adecuada aplicación de fertilizantes, herbajes más exuberantes, control de plagas y mejores métodos de cosecha. Europa Occidental ha adoptado métodos de mejoramiento genético y tecnología agrícola similares, con resultados igualmente buenos cuando se combinan todas las prácticas eficaces.

El mejoramiento de la producción de maíz, con la correspondiente reducción de los costos por unidad de cosecha y las mejores oportunidades de utilidades netas para los agricultores, está llegando a los trópicos y los subtropicos. Parte de la investigación y la tecnología que se han desarrollado para la producción de maíz en las zonas templadas puede adaptarse a las condiciones tropicales y subtropicales. Otros factores requieren investigación adaptativa u original realizada en los trópicos, y dichas investigaciones se están ahora realizando en un número considerable de países. Las páginas siguientes intentan consolidar la información disponible que pueda adaptarse directamente a las regiones tropicales, así como señalar algunos métodos de investigación que son necesarios y que deben producir resultados altamente útiles y aplicables.

#### *Adaptación ecológica del maíz*

El maíz prospera en climas templados y soleados, donde el suministro de humedad es adecuado durante la temporada de crecimiento. La incidencia de períodos secos durante la temporada de crecimiento puede afectar adversamente el cultivo si los suministros de humedad del suelo se agotan antes que lleguen las lluvias. En cuanto a la humedad, los momentos más críticos en el período de desarrollo del cultivo coinciden con la aparición de la espiga masculina y la polinización, pero el período en que se forman los granos es también importante. El sorgo y el mijo toleran los períodos secos durante la temporada de crecimiento, mejor que el maíz, y suelen ser más productivos cuando la lluvia es insegura o cuando es característicamente limitada durante la temporada cultivo. Pueden eludirse los períodos de escases de humedad si se cultivan variedades cuyos períodos de desarrollo sean más breves, las cuales pueden plantarse y ma-

durar antes que la escases de humedad se vuelva aguda. Igualmente, si se seleccionan los suelos más profundos, que tengan mayor capacidad de almacenamiento de la humedad, y si se manejan esos suelos de modo que almacenen la lluvia con mayor eficacia, la producción de maíz será factible en las regiones donde la lluvia promedio en los suelos de altura es inadecuada para producir rendimientos de maíz lucrativos.

El maíz se adapta típicamente a los suelos de alta fertilidad, profundos y bien drenados. El cultivo requiere abundancia de nitrógeno y cantidades liberales de fosfato y potasa. Medra mejor en los suelos cuya acidez no es más que moderada, y que contienen considerables cantidades de calcio, magnesio y azufre. El cultivo es sensible también a deficiencias en los vestigios de elementos, en especial del cinc y el boro. Las escasas pruebas de la investigación tropical sugieren que, en algunos suelos de altura considerablemente intemperizados, algunos de los vestigios de elementos—cobre, cinc, boro, molibdeno, manganeso y hierro—pueden ser demasiado escasos para la producción lucrativa del maíz.

La profundidad del suelo es importante desde el punto de vista de suministro de humedad para la planta durante los períodos críticos del desarrollo. El maíz tiene capacidad de enraizar hasta profundidades de 1.0 a 1.5 metros en suelos favorables. Si el perfil del suelo se encuentra a su capacidad, sin requerir lluvia adicional. Si faltan estas reservas de humedad en el suelo, los rendimientos del maíz pueden verse considerablemente menguados por sequías breves. Las raíces del maíz no pueden funcionar bien ni sobrevivir en suelos encharcados, y este cultivo no es adecuado para suelos cuyo drenaje interno es imperfecto, aún cuando no llegue a inundarse la superficie.

#### *Características de la planta*

El maíz es un miembro de hojas ásperas, de la familia de las gramíneas. Exhibe gran variabilidad según los tipos y razas regionales; la altura del tallo puede variar de 1 a 8 metros, y su diámetro de 1.5 a 4.0 cm. Los tallos están llenos de pulpa que sirve de almacén para el alimento producido en las hojas, antes de su translocación a los granos en desarrollo de la mazorca. Cada tallo principal puede tener varios brotes, o ninguno, pero la producción de mazorcas tiene lugar sobre todo en el tallo principal. El tallo ostenta una hoja en cada nudo, y una yema en la base de cada internudo, dentro de la cubierta de hojas que abraza el

tallo (chala o tusa). Una o varias de estas yemas se desarrollan para formar un retoño de mazorca (elote), que contiene los ovarios que, a su vez, se convertirán en granos después de la polinización. Cada ovario tiene un largo estilo ("cabello, barba de choclo o barba"), que sobresale de las hojas modificadas que forman las hojas que recubren la mazorca ("elote"); el polen que cae sobre las barbas germina y crece a través de los estilos hasta que alcanza los ovarios y provoca la fecundación. Las espigas masculinas que crecen en lo alto de cada tallo producen polen únicamente, el cual es arrastrado por el viento hasta las barbas de las plantas vecinas.

El maíz es un cultivo sumamente productivo, en gran parte por su abundancia de hojas y por el alto nivel de actividad fotosintética que tiene lugar en las mismas. No solo en la lámina de las hojas hay una gran cantidad de tejido portador de clorofila, sino que todos los haces vasculares de la hoja están recubiertos por dicho tejido. Una vez que la planta alcanza su máximo tamaño, los productos de la fotosíntesis (azúcar, almidón y compuestos nitrogenados) se almacenan en las hojas o el tallo hasta que tiene lugar la polinización de la mazorca, después de lo cual dichos materiales son transferidos a los granos en desarrollo.

### *Reproducción selectiva del maíz*

El maíz es netamente una especie de "polinización cruzada", y los granos de una sola mazorca producen plantas que presentan variaciones muy considerables en sus características y las de sus mazorcas. La polinización del maíz se facilita por encontrarse las flores masculinas en la espiga superior y las flores femeninas en las inflorescencias laterales (mazorcas), pero los programas de reproducción selectiva tendientes a concentrar los rasgos hereditarios deseables, en razas singulares, requieren el control humano de la polinización y de la fertilización en cada generación de plantas.

Las líneas endogámicas del maíz se producen por autofecundación continua (al transferirse el polen de la espiga masculina a las barbas de la misma planta) acompañada de selección visual en cuanto al vigor, la resistencia a enfermedades e insectos, y características generales de calidad que revistan importancia local. Después de tres o cuatro generaciones de autofecundación, las líneas llegan a estabilizarse, teniendo cada una su propia apariencia distintiva. Estas líneas son luego evaluadas en combinaciones híbridas, ya sea como sobre

cruzamientos (línea obtenida por endogamia x variedad) o como cruzamientos sencillos (línea endogámica A x línea endogámica B). La gran mayoría de los híbridos obtenidos en los cruzamientos de prueba no muestran marcada superioridad sobre las variedades cultivadas localmente. Un porcentaje muy pequeño de los cruzamientos del ensayo muestran suficientes méritos (productividad, resistencia a insectos y enfermedades, etc.) para justificar ensayos adicionales. Por último, solo los mejores de esos híbridos son recomendados para la producción comercial.

Cuando los tipos híbridos superiores se han creado, la semilla debe producirse en cada generación de plantas, excluyendo todo el polen del exterior y asegurándose de que solo las plantas deseadas participen en cada cultivo de semilla. En las principales regiones maiceras de las zonas templadas, los híbridos de líneas endogámicas seleccionadas que han demostrado ser productivos se encuentran en plantaciones comerciales. Sin embargo, en varias regiones tropicales se han obtenido híbridos de variedades que son altamente productivos, gracias a un programa de mejoramiento acelerado que emplea híbridos de razas seleccionadas. De este modo, en Kenya, un híbrido de una colección selecta ecuatoriana y una variedad específica del este de Africa demostró ser altamente productivo y se cultiva ampliamente, en todo el este de Africa, a altitudes mayores de 1600 metros. La selección vegetal continuada dentro de cada variedad originadora ha aumentado aún más la productividad del híbrido de esa variedad.

También se ha obtenido un éxito razonable en la producción de razas "sintéticas" de maíz, por el intercruzamiento de varias razas que se hayan destacado por producir cruzamientos de variedades superiores, y se les permite a éstas que se polinicen en forma cruzada. Los agricultores pueden guardar su propia semilla de "sintéticas" durante algunos años, con solo pérdidas muy leves en cuanto a vigor, a no ser que exista una contaminación por el cruzamiento externo con razas locales no mejoradas. Debemos destacar que las sintéticas superiores se producen únicamente mediante ensayos extensivos de las razas y líneas, a fin de determinar cuáles pueden combinarse para producir los resultados apetecidos. El fitotécnico del maíz debe seleccionar luego esas variedades, en busca de las que produzcan mayores rendimientos y presenten mejores características agronómicas. Las nuevas selecciones pueden ser puestas en circulación a intervalos periódicos, una vez que sus méritos han quedado de-

mostrados. Con este sistema, el granjero puede aspirar a recibir nuevas semillas de tipo mejorado cada tres o cuatro generaciones de plantas.

Exceptuando el uso de variedades sintéticas especialmente diseñadas, en las que la semilla seleccionada por el granjero puede utilizarse, toda la semilla destinada a la siembra debe provenir de organizaciones productoras de semilla, bajo la cuidadosa supervisión de agencias de inspección. Esto es indispensable para garantizar que la producción de semilla ha sido realizada de modo que se conserve su identidad, y que la polinización cruzada se ha efectuado de la manera específica que produce el vigor propio del híbrido de los cruzamientos designados. Más aún, la semilla debe tener alta germinación, y deberá haber sido tratada para el control de los insectos y enfermedades que atacan a las semillas en germinación y a las plántulas. El costo de la buena semilla es solo una pequeña parte del costo total que representa una cosecha de maíz, pero con frecuencia constituye un factor determinante en cuanto al rendimiento final.

Los ensayos de campo realizados sobre los híbridos o las razas sintéticas disponibles en las regiones maiceras importantes, tendiente a determinar los tipos más productivos, es un servicio que el gobierno u otras dependencias públicas debe proporcionar a quienes cultivan maíz. Esos ensayos deben ser realizados empleando las prácticas de cultivo adaptadas a las condiciones del suelo y del clima que prevalecen en la región, para que sean las que propicien la plena realización del potencial de rendimiento.

Aunque se han desarrollado muchos híbridos de maíz superiores para los E.U.A. y el oeste de Europa, prácticamente todos ellos han resultado inadaptables e inferiores en los trópicos y los subtropicos. Habrá que depender de programas de mejoramiento genético que se realicen en las regiones que se pretende beneficiar.

Se están desarrollando excelentes programas de mejoramiento genético en los trópicos y los subtropicos. Se han desarrollado poblaciones superiores de reproducción selectiva, y se siguen haciendo selecciones para obtener una superioridad aun mayor. Estas poblaciones pueden lanzarse como variedades sintéticas o servir de base para la obtención de híbridos por cruzamiento de variedades. Esas variedades e híbridos tienen una gran escala de adaptabilidad dentro de sus respectivas zonas de altitud.

La superioridad nutricional del maíz rico en lisina ha quedado bien establecida. La sustitu-

ción del maíz ordinario por el maíz rico en lisina puede ser muy benéfica en todas las regiones donde el maíz constituye una porción importante de la ingestión de proteínas y calorías. Sin embargo, el desarrollo de tipos aceptables ricos en lisina plantea varios problemas fitotécnicos. El maíz rico en lisina se caracteriza típicamente por una textura harinosa del endosperma, que corresponde a un menor peso de los granos y, en consecuencia, con un menor rendimiento, al mismo tiempo que es mayor su susceptibilidad a las podredumbres de la mazorca y a los daños que provocan las plagas de insectos del almacén. Estas propiedades indeseables pueden corregirse o minimizarse si se desarrollan tipos ricos en lisina que presenten una textura normal o casi normal.

Existe un gran número de factores genéticos que modifican la textura harinosa del opaque-2 para acercarla a la textura normal. Desafortunadamente, algunos de esos modificadores reducen también el porcentaje de lisina y triptofano hasta niveles casi normales. En esas condiciones, la confianza de conservar las propiedades químicas deseables debe basarse en la verificación colorimétrica o en el analizador de aminoácidos. Se han logrado notables éxitos, tanto en Colombia como en el CIMMYT, en cuanto al desarrollo de tipos ricos en lisina y de textura más dura. Todavía no se alcanza un grado de rendimiento comparable del todo, pero todo parece indicar que a la postre se tendrá éxito en este renglón.

### *Cultivo del maíz*

#### **Preparación de la tierra para la siembra**

El maíz se planta de ordinario en terrenos que han sido sometidos a labranza para incorporar en ellos los residuos de cosechas anteriores, además de aplicaciones de estiércol animal y destrucción de hierbas perennes. La labranza debe dejar la superficie del suelo ligeramente irregular, para facilitar la penetración de la lluvia y minimizar las pérdidas por deslave y erosión. Fuera de esos requisitos, la labranza de la tierra parece tener un efecto mínimo sobre el rendimiento. Es importante tener un suelo mullido, húmedo, en el cual plantar la semilla, de modo que se estimule la rápida germinación y el pronto establecimiento de plántulas.

La *siembra* debe hacerse en hileras, para facilitar el control de malas hierbas y plagas, y para la cosecha. Las hileras deben ser transversales a la pendiente dominante del terreno, siguiendo las curvas de nivel, a fin de retardar el deslave y minimizar las pérdidas del suelo

por erosión. El espaciamiento entre hileras es generalmente de 70 a 100 centímetros.

El *fertilizante* se aplica mejor en las hileras, de preferencia a un lado y debajo del nivel de la semilla, pero no en contacto directo con ella. Como muchos suelos tropicales tienen fósforo en exceso, el polvo fijador que convierte el fósforo fertilizante en hierro inerte, insoluble y/o fosfatos de aluminio, y en vista de que el movimiento de los fosfatos es ínfimo, la práctica de dispersar fertilizante fosfatado suele ser un desperdicio. El fertilizante de fosfato y potasa debe colocarse en el suelo, debajo de la semilla y ligeramente a un lado de ella. Sin embargo, los fertilizantes de nitrógeno pueden aplicarse a voleo sin mermas en la efectividad, ya que penetran el suelo con las lluvias y permanecen solubles en la humedad del suelo. Cuando no hay otros factores limitantes, 150 kg de nitrógeno (N), 50 kg de fosfato ( $P_2O_5$ ), y 150 kg de potasa (KO) por hectárea deben estar disponibles para solventar rendimientos de 7 toneladas métricas de grano por hectárea. La cantidad de fertilizante químico que debe aplicarse a cada campo debe ajustarse, teniendo en cuenta dos factores: (1) el rendimiento de maíz proyectado que parezca alcanzable en la localidad, y (2) el nivel actual de fertilidad del suelo, según se determine durante la observación de la respuesta a ensayos de fertilizante y pruebas del suelo. El fertilizante debe proporcionarse en las cantidades necesarias para aumentar la fertilidad del suelo según se requiera para producir los rendimientos deseables, y puede sustituirse una parte del fertilizante por estiércol animal. Cuando la semilla se siembra a mano, debe abrirse un surco superficial; el fertilizante debe aplicarse primero, cubierto por unos dos centímetros de tierra; luego debe dejarse caer la semilla y cubrirse con una capa de 2 a 4 centímetros de tierra.

Las *densidades de siembra* deben ajustarse para aprovechar completamente la fertilidad del suelo y el suministro de humedad, así como la capacidad productiva del híbrido o sintético. Las densidades excesivas que se cultivan en suelos infértiles o en los que tienen una humedad limitada durante los períodos críticos del crecimiento, reducen efectivamente el rendimiento final. Treinta mil plantas por hectárea (100 cm por 33 cm de espaciamiento) pueden representar la población total de suelos poco productivos, mientras que un máximo de 60,000 plantas por hectárea (70 cm por 24 cm de espaciamiento) pueden ser necesarias para utilizar cabalmente los suelos muy fértiles con abundancia de humedad.

La *fecha de siembra* en las regiones que pre-

sentan temporadas húmedas y secas reviste gran importancia. La siembra temprana, ya sea inmediatamente antes de la temporada de lluvias o muy poco después de las primeras lluvias, produce de ordinario los mayores rendimientos. Las causas de los menores rendimientos que resultan de la siembra retrasada son complicadas y no se han comprendido del todo. La asequibilidad de nutrimentos se ve afectada por la temperatura del suelo, la humedad y la aireación. La respuesta al fertilizante nitrogenado es mucho menor en el maíz sembrado tardíamente, que en el que se siembra temprano. Las plagas pueden reducir aún más los rendimientos, ya que suelen producir mayores daños en las plantaciones tardías. Cualquiera que sea la verdadera razón, las ventajas de la siembra temprana están bien documentadas y el agricultor puede planear fácilmente sus operaciones para sacar provecho de esta situación. No podemos hacer aquí recomendaciones específicas sobre el tratamiento de la semilla con los fungicidas e insecticidas apropiados antes de la siembra, ya que dichos tratamientos deben ajustarse a reglamentos nacionales.

### *Labranza*

La finalidad principal de la labranza es el control de las malas hierbas. Empero, éstas pueden eliminarse arrancándolas a mano, con azadón o arada, o mediante la aplicación de herbicidas apropiados. Todos estos métodos son eficaces solamente en la medida en que la maleza sea exterminada antes que llegue a perjudicar a las plantas de maíz al competir con ellas por los nutrimentos y la humedad del suelo. El daño que produce la competencia de maleza al sistema radicular del maíz puede detenerse, pero no remediarse, con el exterminio de las malas hierbas. Si al extirpar la maleza se perjudica el sistema radicular de las plantas de maíz, los rendimientos del cultivo se verán gravemente afectados. Esto se aplica sobre todo si la extirpación de maleza va acompañada de escasez de humedad del suelo, pues ésta impide la regeneración de los sistemas radiculares perjudicados.

El combatir la maleza mediante aplicaciones de herbicidas apropiados es un método efectivo y evita los daños físicos al sistema radicular del cultivo, pero el costo es considerable y cada herbicida debe utilizarse exactamente como lo prescribe el fabricante. Diferentes especies de malas hierbas requieren el empleo de herbicidas apropiados; a veces se requiere la mezcla de dos o tres de ellos para combatir a

todas las especies. Unos cuantos herbicidas dejan una toxicidad residual en el suelo, que afecta a los cultivos subsecuentes. Las medidas de control químicas para combatir la maleza suelen producir los mayores beneficios si se aplican cuando la maleza es aún pequeña o antes de la germinación.

### ***Control de plagas***

Los insectos, las enfermedades y las aves son siempre problemáticos y pueden ejercer efectos decisivos sobre el rendimiento. Cuando sea factible, usar los sintéticos o híbridos que sean resistentes a las plagas de que se trate. Como se dijo antes, la siembra temprana resulta útil, con frecuencia, para eludir los más graves perjuicios. Si se cultiva maíz en la misma tierra durante varios años sucesivos, la población de las plagas tiende a aumentar. La rotación estacional de cultivos a otros campos puede resultar muy útil.

Puede ser factible aplicar otras medidas precautorias, pero éstas deben desarrollarse para combatir precisamente la plaga existente, a la luz de sus características individuales. No puede suponerse que el maíz se vea atacado por las mismas plagas dondequiera que se cultive. Además, en algunos casos, las plagas aparentemente similares pueden tener diferentes ciclos vitales y habrá que combatirlos por distintos medios. Las enfermedades más comunes incluyen añublos de la hoja, royas, tizón (huilacoche), mildéu, virus y podredumbres de la raíz, el tallo y la mazorca. Estas enfermedades son más graves cuando la humedad es elevada. La grama del norte parásita puede menguar los rendimientos en ciertas condiciones ambientales. Entre las plagas de insectos de consideración se incluyen los cortadores, los gusanos de alambre, los gusanos de las yemas (de las mazorcas), los barrenadores de tallos, los gusanos de la raíz, las chinches, los áfidos o pulgones y los devoradores de hojas. Entre los insectos del almacén se incluyen los gorgojos y la polilla de los granos.

Debido a las importantes relaciones recíprocas entre la fecha de la siembra, las variedades mejoradas, los fertilizantes, el control de la maleza, la densidad de la plantación y el control de plagas, todos los insumos y las prácticas de cultivo mejoradas deben adoptarse simultáneamente para obtener mejoras económicas en la producción de maíz.

### ***Maduración y cosecha***

El cultivo de maíz está maduro cuando los granos llegan a la fase de endurecimiento. El

momento de la madurez fisiológica puede determinarse con precisión observando el desarrollo de la "línea negra" en el lugar donde se unen a la planta. La translocación se interrumpe al formarse esta capa negra. A partir de esta fase, la maduración consiste en pérdidas de humedad, que pueden ser muy rápidas si el clima es seco. Cuando están totalmente curados, los granos de maíz deben contener un diez a doce por ciento de humedad, ya que el grano puede almacenarse sin enmohecerse cuando tiene dicho contenido de humedad. Si las aves u otras plagas causan graves daños en el campo al maíz que madura, el cultivo puede cosecharse en la fase de endurecimiento, y secarse en condiciones de resguardo.

### ***Plagas del grano almacenado***

Los mayores peligros que afronta el maíz almacenado son: (1) enmohecimiento cuando el contenido de humedad es demasiado alto, (2) daños causados por insectos—gorgojos del grano, larva de la polilla de los granos, gusanos harineros, y (3) roedores. Los insectos que infestan a los granos suelen ser traídos desde el campo tras la cosecha, o pueden permanecer en las áreas de almacenamiento de una u otra temporada. Las pérdidas que se producen en el almacén son cuantiosas en climas templados y el daño puede ser grave en períodos relativamente cortos. El tratamiento de las áreas de almacenamiento vacías, y el de todo el grano a medida que entra al almacén, independientemente de que la infestación sea evidente o no, resulta indispensable y es relativamente barato. Las áreas de almacenamiento y los recipientes vacíos que se encuentran infestados pueden desinfectarse con una solución débil de malatión, insecticida que tiene la propiedad de degradarse con rapidez y que no deja residuos tóxicos.

Un fumigante de uso muy común para tratar los granos a fin de destruir los insectos que los atacan en su almacenamiento comercial es el bromuro de metilo. Esta sustancia química debe usarse en las proporciones y de la manera que indica el fabricante. El grano debe colocarse en un recipiente cerrado y la solución ha de aplicarse sobre la capa superior de granos. El vapor de la solución es más pesado que el aire y desciende a través de los granos. El vapor es tóxico para el hombre y debe usarse con las debidas precauciones. Otra sustancia química para tratar los granos almacenados es menos tóxica para el hombre y más adecuada para los tratamientos en la granja. Se trata de una mezcla compuesta de tres partes, en volu-

men, de dicloruro de etileno y una parte de tetracloruro de carbono, que se aplican como aspersión gruesa o se rocían en la superficie del grano. Incluso esta mezcla debe usarse con precaución para evitar daños a los seres humanos. Debe usarse según las prescripciones del fabricante.

Aunque los vapores del bromuro de metilo y del dicloruro de etileno-tetracloruro de carbono son tóxicos para el ser humano, no tiene por qué ser peligrosa su aplicación si se toma la precaución de no inhalar dichos vapores. Más aún, estas sustancias no dejan residuos en el grano, el cual no sufre merma en su valor alimenticio.

Otro insecticida es el malatión. Se trata de uno de los insecticidas más útiles para el tratamiento de los granos y semillas que vayan a protegerse del ataque de los insectos de los granos en el almacén. Se puede tener una buena protección durante un período de dos a tres meses mediante las aspersiones de emulsión preparada para grado técnico (premium) con concentrado emulsivo de malatión al 57%, diluido agregando 100 cc a 4 litros de agua, y aplicándolo como niebla uniforme sobre 15 toneladas métricas de grano. Es fundamental que el grano y la semilla reciban tratamiento con prontitud, cuando llegan al campo hasta el almacén. Por lo general, se requiere un nuevo tratamiento a los dos o tres meses, a fin de prevenir la multiplicación de los insectos, ya

que el malatión se degrada y se vuelve inócuo en un plazo relativamente corto.

Todos los insecticidas pueden ser nocivos para el hombre y los animales, a menos que se manejen con cuidado. Siga las instrucciones y tome todas las precauciones que se indican en el envase de los insecticidas.

Mantenga los plaguicidas en recipientes cerrados, bien etiquetados y en un lugar seco. Guárdelos donde no contaminen alimentos ni forrajes, y donde los adultos desprevenidos y los niños no puedan hacer mal uso de esas sustancias. Elimine con prontitud los recipientes de plaguicida vacíos; no los use para ningún otro fin.

#### *Almacenamiento especial para la semilla*

El almacenamiento de semilla en climas húmedos y cálidos representa un problema cualquiera que sea el cultivo de que se trate. Sin embargo, la investigación ha demostrado que la buena viabilidad puede retenerse durante un año cuando la semilla se seca sin dilación, al hacerse al siega, hasta reducir su contenido de humedad al 8%, y si se mantiene en ese nivel, o aún con menos humedad, durante el período de almacenamiento. La viabilidad puede conservarse durante períodos más largos si la semilla seca se puede almacenar a temperaturas de 10° C o inferiores. Esto reviste importancia para la semilla de siembra que va a conservarse durante dos años o más.

## CAPITULO 7

### SORGO (*Sorghum bicolor*)<sup>1</sup>

Aunque el sorgo o zahina parece haberse originado, como cultivo alimenticio, en el este de Africa (Etiopía y Sudán), se cultiva extensivamente en toda Africa desde los albores de la historia y ha sido ampliamente adoptado en las Américas y en Asia, así como en el Mediterráneo y en el Cercano Oriente. Es el quinto cereal más importante en el mundo, superado tan solo por el arroz, el maíz, el trigo y la cebada. Empero, todavía es un cultivo relativamente subdesarrollado, desde el punto de vista de los beneficios que ha derivado de la ciencia y la tecnología modernas. Constituye una gran promesa, en cuanto a incrementos de productividad, en manos de los agricultores, a medida que el conocimiento actual y los tipos mejorados logren difundirse más ampliamente. Las secciones siguientes se refieren a los aspectos prácticos de la producción en las regiones tropicales y subtropicales, y las oportunidades evidentes de mejoramiento. El Instituto Internacional para la Investigación de los Cultivos para los Trópicos Semiáridos (ICRISAT) en Hyderabad, India, ha incluido el sorgo como uno de sus cuatro cultivos principales por los cuales es primordialmente responsable, en cuanto a la investigación y el apoyo de capacitación a escala mundial. El otro cereal es el mijo.

#### *El grano de sorgo como alimento*

El grano de sorgo es, fundamentalmente, un alimento energético ya que su principal componente alimenticio es el almidón o fécula (70%). El contenido de proteína cruda promedio alrededor del 9%, y su contenido de aceite 3.5%, aunque hay grandes márgenes de variación entre las distintas variedades. Como alimento importante en la dieta, debe complementarse con alimentos ricos en proteínas,

como productos animales, leguminosas alimenticias de grano y harinas de semillas oleaginosas. La proteína del sorgo es deficiente en dos aminoácidos esenciales: lisina y metionina. Aunque el maíz es más rico que el grano de sorgo, en su contenido nutritivo total, la costumbre de procesar el maíz en el hogar, que prevalece en ciertas regiones, empleando el método húmedo que desperdicia gran parte de la proteína, hace que este maíz sea menos nutritivo que el grano de sorgo entero, molido en casa, como alimento. Hay grandes diferencias en el sabor que imparten al alimento los distintos tipos de grano de sorgo. En general, los tipos de semilla blanca son preferibles como alimento. En dos líneas etíopes de sorgo, los científicos de la Universidad Purdue han descubierto un gene rico en lisina, con relaciones de eficiencia proteínica (PER) cuando menos iguales a los del maíz opaque-2.

#### *Adaptación*

En general, los sorgos son los cereales alimenticios predilectos donde el clima es demasiado seco para poder confiar en la producción de maíz. Además, el sorgo tolera los suelos mal drenados mejor que el maíz. El sorgo soporta las breves sequías, incluso cuando éstas son tan severas que provocan daños a las espigas durante su desarrollo, y éstas logran recuperarse si las lluvias permiten que se reanude el crecimiento. Si toda la espiga está seriamente dañada, la planta produce nuevos retoños que desarrollan espigas con grano normal. En otras etapas, las sequías breves son toleradas gracias a un enrollamiento temporal de las hojas, que reduce la pérdida de agua para la planta. Empero, el rendimiento del sorgo es mayor cuando no hay sequías durante la temporada de desarrollo.

El sorgo también se adapta a regiones de poca lluvia, en virtud de su bien desarrollado sistema de raíces, con abundantes raíces secundarias que permiten el aprovechamiento efectivo del agua retenida en el perfil del suelo.

<sup>1</sup> Editado por Steve A. Eberhart, Genetista Investigador y Profesor, Plant Breeding and Genetics, North Central Region, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, en colaboración con la Iowa State University, Ames, Iowa 50010.

El sorgo prospera en gran variedad de suelos, desde arenosos hasta de textura gruesa, siempre que el drenaje sea bueno y que haya fertilidad natural. El sorgo es también bastante tolerante a los suelos salinos y alcalinos que tanto prevalecen en las regiones poco lluviosas. Su adaptación a climas relativamente secos y su resistencia a algunas plagas importantes que afectan al maíz, lo hace un cultivo alimenticio atractivo. El sorgo no ha recibido todavía mucha atención de los fitotécnicos, quienes no han desarrollado variedades mejoradas de este cereal, como en el caso del maíz, pero ya se dispone de variedades notablemente productivas y de híbridos de cruzamiento sencillo. Los daños que causan las aves al grano en el campo puede redundar en pérdidas muy cuantiosas. Las devastaciones que ocasionan ciertos insectos en el sorgo son problemas que han recibido alguna atención, pero todavía revisten proporciones graves en algunas localidades.

El sorgo que se cultiva como grano alimenticio tiene una posición dominante en todas las regiones tropicales y subtropicales con lluvia limitada. En vista de que existen variedades con temporada de crecimiento corta, mediana y larga, la elección de los tipos de sorgo que crecen y maduran durante períodos lluviosos más cortos o más largos permite que esta planta se cultive con éxito en una amplia gama de condiciones climáticas, desde un mínimo de tres a cuatro meses, cuando la humedad es adecuada, hasta 6 u 8 meses con lluvias esporádicas. El sorgo es una planta de clima cálido y su cultivo en los subtrópicos se limita a las temporadas calientes. El sorgo se cultiva a grandes altitudes en Uganda y Etiopía, pero habrán de desarrollarse variedades mejoradas adaptadas específicamente a ambientes más fríos.

#### *Características de la planta*

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas y tanto su planta como su semilla muestran características típicas de esa relación. Es una planta vigorosa, con cañas de uno a cinco metros de altura (según la variedad); las cañas constan de entre 15 y 30 secciones, con una hoja en cada nudo del tallo. De la base de la planta pueden surgir unos cuantos hijuelos o muchos de ellos, según la variedad, las condiciones favorables de crecimiento y la densidad del herbaje. Cada hijuelo desarrolla su propio sistema de raíces, el cual debe competir con sus vecinos por la humedad y los nutrimentos del suelo. Todas las cañas producen un manojo terminal, provisto de ramas más o menos lar-

gas, con flores completas en el extremo de éstas. Tanto los estambres (masculinos) como los pistilos (femeninos) nacen del mismo flósculo. La autopolinización se produce normalmente (un promedio de 95%, con un alcance de 50 a 100%). La esterilidad masculina se usa en la producción de semilla híbrida y la polinización por el viento proporciona buen establecimiento de semilla en la línea femenina de esterilidad masculina. Las razas o tipos regionales han llegado a predominar en la mayoría de las regiones donde se cultiva el sorgo como resultado de una continua selección masiva por el hombre y la selección natural, a través de los efectos ambientales.

#### *Tipos de sorgo*

Desde el punto de vista de tipo de la planta y uso de la cosecha, es conveniente reconocer tres tipos principales: (1) tipos de grano en los que la semilla se desgrana sin las glumas, (2) tipos de sorgo en los que la semilla está totalmente encerrada en las glumas cuando se desgrana, y (3) tipos herbáceos, tipificados por las formas silvestres. Dentro de este tipo productor de grano, hay numerosas diferencias en la espiga y la semilla, y Harlan las ha empleado para describir cinco razas importantes: *Bicolor*, *Guinea*, *Caudatum*, *Kafir* y *Diurna*. Los tipos para grano, en general, tienen espigas más grandes y producen mayor cantidad de grano, en proporción con la parte vegetativa de la planta, que los tipos de sorgo propiamente dicho, que se cultivan principalmente para la preparación de jarabe. Estos tipos de sorgo contienen mucho jugo azucarado en sus cañas, pero los tipos de sorgo para grano tienen cañas que, cuando maduran, poseen una pulpa seca o ligeramente dulce. Los tipos herbosos son alimento apetecible para el ganado rumiante, además de estar bien dotados para fabricar jarabe a partir de ellos; en cambio, las cañas del sorgo de grano son menos apetecibles y nutritivas para el ganado.

#### *Tipos de semilla*

Los sorgos de grano no sólo varían en las características de la planta, sino también en lo referente a la semilla. La semilla de las distintas variedades puede ser rosada, roja, pardusca, amarilla o blanca. La textura puede ser gredosa o pétreo. La forma de la semilla puede ser desde ovalada y redonda hasta plana. También la forma y el tamaño de la espiga varían considerablemente. El sorgo *Shallu* y el *Kaoliang* tienen espigas sueltas (panojas), encontrán-

dose el grano en el extremo de ramas delgadas, lo cual se asegura que reduce el daño de las aves, al dificultar a éstas el posarse en las ramas para devorar el grano. Desafortunadamente, este tipo de manojos no contribuye apreciablemente a proteger la planta contra las aves perjudiciales. El tipo Shallu goza de las preferencias en la India, Egipto y Sudán, pero el Kaoliang se cultiva en forma casi exclusiva en China, Manchuria, Corea, Japón y Siberia.

Los tipos para grano de semilla blanca o amarilla suelen ser los predilectos como alimento, pues la pigmentación (rojo, rosado, pardo) amarga ligeramente el grano. La pigmentación se concentra principalmente en las capas exteriores de la semilla, la cual puede separarse con un poco de molido. Si la pigmentación se encuentra en la testa, su remoción mediante molienda no resulta práctica con la maquinaria actual. Los compuestos de tanino que contienen los pigmentos reducen la digestibilidad de la proteína.

#### *Mejoramiento del sorgo*

En las regiones tropicales donde se ha emprendido la reproducción selectiva del sorgo, se han logrado considerables mejoras en la productividad y en el tipo de plantas y semillas. Los ensayos locales de partidas de semilla pura de razas y variedades mejoradas son una condición indispensable para valorar la productividad y la calidad del grano producido por los fitotécnicos de cualquier lugar del mundo.

El primer paso en el mejoramiento del sorgo consiste en hacer pruebas de campo comparativas de todas las variedades y razas disponibles que ofrezcan buenas posibilidades, dentro de la región de que se trate o en otras estaciones de investigación que se encuentren en regiones ecológicas similares. Estas plantas deberán cultivarse en campos de prueba diseñados para ofrecer a todas las partidas de semilla la misma oportunidad de prosperar, con prácticas de cultivo que permitan una productividad relativa en correspondencia a condiciones de cultivo favorables. No puede confiarse en los resultados de un solo ensayo de campo; es por eso que deben obtenerse resultados de varios ensayos, realizados en condiciones ambientales representativas. En todos estos ensayos debe usarse semilla pura. En cuanto se identifique una variedad o raza superior, debe emprenderse la producción de semilla de alta calidad. Esta producción deberá identificarse como semilla pura de una variedad o raza mejorada, mediante algún sistema de vigilancia de la producción de la semilla

y la certificación de alguna dependencia oficial. Puede estimularse a los agricultores para que produzcan su propia semilla, de la variedad mejorada en cuestión, pues el sorgo normalmente se autopoliniza. La semilla de sorgo está expuesta a una rápida pérdida de la capacidad germinal, a menos que seque bien en la época de la cosecha y se almacene en un ambiente perfectamente seco. En general, la explotación de sorgo mejorado exige el desarrollo de una industria semillera bien reglamentada a fin de facilitar la distribución de las variedades mejoradas en cuanto éstas surjan de los programas de mejoramiento genético.

Se han creado poblaciones reproductivas a partir de un amplio espectro de variedades adaptadas, con el factor genético de esterilidad masculina, en Uganda, Nigeria e India. Esas poblaciones están siendo seleccionadas por sus características de resistencia a enfermedades e insectos, mejor calidad de la proteína y más altos rendimientos. Posteriormente, las variedades mejoradas y los híbridos pueden extraerse periódicamente de las poblaciones mejoradas, para su distribución como variedades comerciales. El sistema restaurador genético de la esterilidad masculina citoplásmica se emplea en la producción de híbridos de cruzamiento sencillo.

La duración de la temporada de crecimiento en las regiones donde se cultiva el sorgo suele quedar determinada por la distribución de las lluvias. Considerando que los máximos rendimientos solo pueden obtenerse si la variedad alcanza la madurez adecuada, el fitotécnico debe desarrollar las variedades que satisfagan el requisito de madurez. La temporada de lluvias y la temporada (según quedan determinadas por la altitud y otros factores) durante la temporada de crecimiento, pueden reducir el ámbito de adaptación de las variedades de sorgo y hacer necesaria la creación de variedades específicas para cada área o zona ecológica.

#### *Cultivo del sorgo*

El sorgo debe sembrarse en tierra mullida, de preferencia cuando el suelo está húmedo para estimular la germinación rápida. La semilla es pequeña (45 a 60 por gramo), y la siembra relativamente superficial (aproximadamente 1.5 a 2.0 cm) es conveniente para que los brotes puedan surgir a través del suelo. El peligro de que se formen costras en el suelo que impidan la emergencia de las plántulas es mayor en suelos de textura gruesa, sobre todo en presencia de lluvias intensas seguidas de secamiento

rápido. El sorgo debe plantarse en hileras, espaciadas por 60 a 100 cm, y puede sembrarse a máquina dentro de la hilera o plantarse en agujeros o montículos, con 20 a 50 cm de separación, dentro de la hilera. La proporción de siembra debe basarse en la distribución promedio de la lluvia, la capacidad retentiva de agua del suelo, y los requisitos de humedad y de luz propios de la variedad. En condiciones óptimas de crecimiento, la siembra de la semilla a máquina en hileras estrechas producirá mayores rendimientos que la plantación en montículos o agujeros. Las proporciones de siembra suelen ser de 1 kg por hectárea en lugares muy secos; dos a cuatro kg en áreas más favorables, y de cuatro a seis kg o más cuando se trata de sorgo irrigado, con buen suministro de humedad y un suelo mullido que permita una germinación rápida. Las plántulas deben brotar en un lapso de tres a cinco días en condiciones favorables, pero pueden requerir más tiempo si la humedad del suelo es escasa o si éste es frío (en grande altitudes o en zonas subtropicales).

Con sorgo de grano cuyo rendimiento es de 50 a 60 quintales por hectárea, se ha encontrado que la absorción total de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y K<sub>2</sub>O es de 130-180, 50-65, y 100-130 kg por hectárea respectivamente. Como en el caso del maíz, la cantidad de fertilizante que se aplique debe determinarse por el nivel de rendimiento alcanzable y el nivel de nutrimentos disponibles en el suelo. Si se cuenta con riego o la lluvia es razonablemente abundante, pueden obtenerse buenas respuestas con cantidades de hasta 100 kg por hectárea de nitrógeno fertilizante. Salvo en regiones muy lluviosas, el fertilizante de nitrógeno puede aplicarse antes de la siembra. Con lluvias intensas, aumenta la posibilidad de que el nitrógeno se lixivie severamente a través del suelo y puede ser conveniente aplicar la mitad del fertilizante antes de la siembra y el resto hacerlo a voleo inmediatamente antes que las plantas espiguen. En las regiones donde la humedad a veces escasea, son más económicas menores cantidades de fertilizante y, en ciertas condiciones, puede no haber respuesta al nitrógeno. Las proporciones de fertilización económicas deben determinarse mediante ensayos de campo.

Los fertilizantes de fosfato deben agregarse si el suelo es deficiente en fósforo y si se quiere prevenir el agotamiento de la fertilidad del suelo sometido a cultivo constante. Se sugiere que hasta 50 kg de fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) por hectárea resulta una proporción económica, pero habrá que realizar ensayos de campo para establecer los niveles útiles de aplicaciones de fosfato en

las condiciones locales. Los fosfatos son más eficaces cuando se aplican debajo de la semilla y a un lado de ésta.

Se ha dicho que los sorgos agotan la fertilidad del suelo y que las cosechas subsecuentes, de otras plantas, producen rendimientos reducidos cuando van precedidas por el sorgo. Hay pruebas experimentales de que las reducciones que el sorgo ocasiona a la fertilidad del suelo pueden deberse a (1) una disminución del nitrógeno del suelo provocada por altos niveles de descomposición del rastrojo, las cañas y raíces del sorgo; esta descomposición resulta acelerada temporalmente por el alto contenido de carbohidratos solubles en los residuos vegetales; y (2) la reducción temporal de la humedad del suelo causada por el extensivo sistema radicular del sorgo. El primer factor se compensa agregando fertilizantes nitrogenados, cuyo nitrógeno no se pierde sino que queda a la disposición de cultivos subsecuentes; el segundo factor se corrige a través de un manejo del suelo que permita a éste reabastecerse de humedad, mediante el control de la maleza y prácticas apropiadas para reducir el desagüe de la lluvia. La recompensa, en términos de mayores rendimientos de sorgo, que se obtienen cuando se emplean prácticas de cultivo eficaces, supera con creces las desventajas que representan los efectos residuales de este cultivo. El uso de fertilizante de nitrógeno suficiente (o de aplicaciones de estiércol o de abonos leguminosos verdes) y la conservación del agua de lluvia son factores indispensables para aumentar la producción de la mayoría de los cultivos, incluyendo el sorgo entre ellos.

#### *Control de malas hierbas*

##### **Hierba bruja**

La hierba que ejerce efecto más devastador sobre el sorgo es la hierba bruja. La hay de dos especies: *Striga hermonthica* y *S. asiática*. Se trata de una planta parásita de semilla que se adhiere a las raíces de la planta huésped y se nutre de la humedad y los jugos que absorbe de dichas raíces. El parásito surge de la superficie del suelo tres o seis semanas después de que ha infectado la raíz del cultivo, y luego produce hojas verdes, flores y semilla. La abundante simiente de la hierba bruja puede permanecer latente (en dormancia) en el suelo durante largos períodos, que pueden llegar a varios años. Las plantas huéspedes infectadas pueden ver su crecimiento reducido en un 50% cuando están intensamente infestadas.

Una medida de control que tiene cierto valor consiste en cultivar una leguminosa, algodón u

otra planta inmune, en rotación con los cereales susceptibles. La hierba bruja no puede parasitar las legumbres, cacahuate, soya ni algodón, y estos cultivos reducen la abundancia de la mala hierba, permitiendo que a continuación se cultiven granos. Un tratamiento acompañante o separado consiste en tratar los campos de sorgo con herbicidas de los tipos 2, 4-D o MCPA; empero, la hierba bruja no puede ser destruida mientras no brota del suelo, lo cual ocurre después que ha parasitado el cultivo. Esos tratamientos no erradican la hierba bruja, pero reducen sus daños en la mayoría de los casos. En algunas estaciones se están efectuando investigaciones tendientes a propagar ciertas enfermedades de la hierba bruja y propiciar la reproducción de varios insectos que plagan a esta maleza, además de que se seleccionan variedades de mayor tolerancia. Mientras estos esfuerzos de investigación no produzcan resultados, deberá dependerse del empleo de herbicidas selectivos, y del cultivo de plantas susceptibles en rotación con cultivos inmunes.

#### Otras malas hierbas

Las hierbas perennes se controlan mejor mediante la labranza durante la preparación de la tierra para la siembra. Las hierbas anuales deben ser eliminadas manualmente, con azadón, mediante arada, o por la aplicación de herbicidas. Todos estos métodos son eficaces solamente en el grado en que se logre matar a la maleza en forma temprana, antes que llegue a dañar a las plantas de sorgo al competir con ellas por los nutrimentos y la humedad del suelo. El daño que causa la competencia de estas hierbas a las raíces de la planta de sorgo puede detenerse, aunque no corregirse, cuando las hierbas de mayor tamaño son destruidas. Si la eliminación de estas hierbas perjudica el sistema radicular del cultivo, los rendimientos de éste se verán gravemente afectados. Esto es particularmente cierto cuando la eliminación de las hierbas precede a una escasez de la humedad del suelo que impide la regeneración del sistema radicular del cultivo dañado.

La eliminación de maleza con aplicaciones de herbicidas aplicados es una operación rápida y evita los daños físicos que podría sufrir el sistema radicular del cultivo, pero el costo es apreciable y cada herbicida debe utilizarse según las instrucciones del fabricante. Las distintas especies de maleza requieren herbicidas diferentes, y algunos de éstos dejan una toxicidad residual en el suelo que afecta los cultivos

subsecuentes. Como en el caso de la eliminación física de la maleza, los tratamientos tempranos suelen producir los mayores beneficios en términos de rendimiento del cultivo.

#### Control de plagas de insectos

La mosca de los brotes del sorgo ataca a esta planta en las primeras etapas de su desarrollo, con frecuencia cuando las plantas tienen una altura de 2 a 5 cm. La mosca adulta deposita sus huevecillos en el envés de las hojas jóvenes, y las larvas en desarrollo penetran el embudo y descienden al meristema para alimentarse. Los brotes centrales se tornan amarillos y mueren; las plantas afectadas compensan a menudo estos daños, produciendo varios retoños, pero éstos también pueden ser atacados. Algunas variedades son resistentes a la mosca de los brotes; esto depende de su capacidad para producir nuevos retoños vigorosos que crezcan rápidamente más allá de la etapa en la cual pueden ser atacados. La siembra temprana es importante; los cultivos sembrados tardíamente suelen ser devastados por esta plaga.

Se presentan barrenadores de muchos tipos; la mayoría de ellos, son larvas de polillas. Su control se facilita con la sanidad vegetal, es decir, la eliminación de todos los residuos vegetales, gracias al consumo del ganado, o el método de voltear la tierra con el arado a fin de matar las formas latentes de los insectos. El control químico puede ser muy eficaz en algunos tipos. Se están buscando depredadores y parásitos de los distintos barrenadores y, sin duda serán muy útiles. Las variedades o razas de sorgo que son resistentes deben identificarse y emplearse.

El jején del sorgo ataca la panoja e impide el desarrollo de la semilla; actualmente se está incorporando a los sorgos comerciales la característica de tolerancia hacia el jején. El control químico es eficaz, pero demasiado costoso para resultar práctico, salvo en casos extremos. El desarrollo de parásitos constituye una promesa y los investigadores se aplican a esta tarea.

Las chinches de campo son insectos que chupan la savia y pueden constituir graves plagas del sorgo en crecimiento, pero ya se dispone de variedades y razas resistentes. Otros insectos chupadores—áfidos o pulgones—pueden ser muy perniciosos en la "espiquilla" o panoja. Las variedades resistentes son eficaces para controlar los daños del pulgón.

Los gusanos de alambre pueden perjudicar gravemente la semilla sembrada, antes que germine y emerja, pero pueden ser controlados

tratando la semilla con aldrín o dieldrín antes de sembrarla. Esto es compatible con los tratamientos de la semilla para control de enfermedades.

#### *Control de las enfermedades del sorgo*

Hay muchos mohos (hongos) que pueden atacar las semillas sembradas, cuando la temperatura del suelo es por debajo de 20° C, especialmente con los sorgos de grano blando y harinoso. Por fortuna, estas enfermedades son menos pertinaces cuando la germinación es rápida en suelos tibios y húmedos. El tratamiento químico de la semilla con thiram antes de la siembra es recomendable, ya que es un procedimiento eficaz y no venenoso. Deben seguirse las instrucciones del envase.

Las enfermedades fungosas de la hoja incluyen las manchas, el mildéu, la roya, la antracnosis y los tizones. En la mayoría de los casos, existen razas o variedades resistentes a determinadas enfermedades, y estos tipos mejorados deben elegirse entre los más resistentes a las enfermedades de importancia local. Se ha encontrado que, generalmente, esas enfermedades son más abundantes en el sorgo que se cultiva en climas húmedos o en períodos de lluvia. Esta es una de las razones que respaldan la selección del sorgo como cultivo de grano para regiones de lluvia limitada, donde la humedad del aire es sistemáticamente baja.

La podredumbre roja y el carboncillo son enfermedades fungosas que atacan el tallo y la raíz del sorgo. Algunas variedades son mucho más susceptibles que otras, y deben cultivarse los tipos resistentes. Empero, estas enfermedades tienden a acumularse en el suelo, y la rotación de cultivos ayuda a aminorar estos problemas.

El cornezuelo, el carbón cubierto, el tizón del sorgo, el de las panojas y el tizón grande de las panojas pueden causar pérdidas considerables. Afortunadamente, hay buena resistencia a estas enfermedades, entre las distintas razas de sorgo, y son precisamente las que deben cultivarse. La rotación de cultivos es útil para mantener estas enfermedades en sus mínimos niveles. El tratamiento de la semilla con fungicida proporciona un magnífico control del carbón cubierto.

Para mayor información sobre Protección del Cultivo, véase el capítulo 4 del libro de Wrigley sobre "Tropical Agriculture" (la lista de referencia aparece al final del capítulo 40).

#### *Daños causados por las aves y medidas de control*

El grano de sorgo es el alimento predilecto de

muchas aves, incluyendo el pájaro queleli, gorrones, tejedores amarillos, pájaros obispo, palomas, loros, cuervos y calandrias. Por fortuna, la variedad de ave que se constituye en plaga varía según la región, pero en forma colectiva, los estragos causados por las aves afectan profundamente la elección de un grano para cultivo. Existe la tendencia de sustituir el sorgo por maíz en regiones donde el sorgo está mucho mejor adaptado al clima y al suelo y produce más grano, debido a que el maíz es menos susceptible a ser dañado por las aves, pues está protegido por las hojas que envuelven apretadamente la mazorca.

El pájaro queleli es la más perniciosa de todas las plagas de aves. Ataca en grandes bandadas y devasta rápidamente el campo durante sus invasiones. La investigación actual intenta reducir la población total de estos pájaros, hasta un nivel tolerable, y evitar que vuelvan a multiplicarse en exceso. Las áreas afectadas por estas calamidades están bien identificadas, y el sorgo no se cultiva preferentemente en dichas áreas.

En otros lugares, las aves constituyen un problema susceptible de controlarse. Los factores que hacen el grano más atractivo son sabor, tamaño y dureza. Los fitotécnicos intentan desarrollar tipos resistentes. El molido de los tipos no atractivos a las aves, para remover las capas exteriores amargas, puede resultar útil. Sin embargo, las aves siguen siendo una seria limitación para la producción del sorgo.

#### *Cosecha del sorgo*

Los granos de sorgo se encuentran totalmente desarrollados cuando alcanzan la fase de "endurecimiento" y se forma la capa negra donde la semilla se une a la planta; posteriormente, el proceso de maduración consiste en una pérdida gradual de la humedad. Este secado se realiza mejor en el campo, a menos que las aves representen una amenaza grave. Las variedades difieren en cuanto a la época en que alcanzan la madurez, la cual puede ser de cuatro a seis meses desde la fecha de siembra. El problema de las aves es grave cuando el grano se encuentra en las fases lechosa, de endurecimiento y de madurez, y cualquier campaña para repeler a las aves debe intensificarse en dichas fases. La cosecha temprana de las panojas, en cuanto el grano muestra la capa negra ya mencionada, resulta recomendable cuando la amenaza de las aves revista alguna seriedad.

El término del secado de las panojas cosechadas debe acelerarse poniéndolas a secar al sol, en una capa floja, sobre una superficie

dura. El contenido de humedad debe reducirse a alrededor del 10% (del 20 al 25% cuando se siegan en el campo) para evitar el enmohecimiento. La trilla puede efectuarse en cuanto el grano queda seco. El sorgo parece ser más susceptible a los mohos que otros cereales, particularmente los de grano blando y gredoso.

### *Almacenamiento*

El grano de sorgo debe estar completamente seco antes de almacenarse. El tratamiento inicial para protegerlo contra los insectos del almacén es importante en todo el mundo, ya que el grano de sorgo parece ser muy susceptible a

los daños causados por insectos. Las plagas de insectos más dañinas para el grano de sorgo almacenado son el gorgojo del arroz, el barrenador menor de los granos, el escarabajo kapra, otros escarabajos de los granos y la larva de la polilla de los granos. La forma de combatir estas plagas de los granos almacenados se detalla en el capítulo sobre el maíz, sección "Plagas del Grano Almacenado". El malatión es eficaz para el tratamiento de recipientes y estructuras vacías de almacenamiento. El grano se protege mejor si se fumiga al efectuarse el almacenamiento, repitiendo la operación, si es necesario, durante el período de almacenamiento.

## CAPITULO 8

### MIJO<sup>1</sup>

Las distintas variedades de mijo son gramíneas o cereales anuales de clima templado, que se cultivan por sus semillas comestibles. Las especies más importantes son:

#### *Principales especies alimenticias*

1. Mijo de junco—*Pennisetum typhoides*
2. Mijo digital—*Eleusine coracana*

#### *Especies alimenticias secundarias*

3. Mijo Italiano—*Setaria italica*
4. Mijo común—*Panicum miliaceum*
5. Mijo Japonés—*Echinochloa crusgalli* var. *frumentacea*
6. Mijo ramoso—*Panicum ramosum*

En general, los mijos son más útiles en los lugares donde se requiere un cultivo de gramíneas para aprovechar períodos de corto crecimiento. Esto es más importante en los trópicos secos donde el período con lluvias adecuadas para el cultivo es breve—3 a 5 meses, o en regiones con lluvia más adecuada, en las cuales puede cultivarse una gramínea de temporada corta como plantación secundaria, después de obtener una cosecha principal en la misma tierra. En regiones de lluvia muy limitada, el mijo puede ser el cereal principal gracias a la flexibilidad de su manejo para evitar las sequías.

El Instituto Internacional para la Investigación de Cultivos en los Trópicos Semiáridos (ICRISAT) se ha establecido en Hyderabad, la India, para proporcionar investigación y apoyo de capacitación, a escala mundial, sobre este cultivo. Entre los que se cultivan principalmente como alimento, el mijo digital y el perlado son los que se consideran más importantes.

#### *El mijo como alimento*

- El mijo se emplea como harina para preparar panes y tortas, como pasta de semilla húmeda machacada, o como atole hervido. El mijo

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

puede servir también para fabricar cerveza y otras bebidas alcohólicas. El grano de mijo es rico en componentes feculentos, 55 a 65%, por lo cual constituye un alimento energético. El contenido en proteína y la calidad varían ampliamente entre los diversos tipos, pero todos son deficientes en lisina, ese aminoácido nutricionalmente esencial, al igual que otros cereales. Sin embargo, la semilla suele ser pequeña y el germen (que es más rico en proteína) no se separa de aquélla, por lo que su valor dietético neto se mantiene en los alimentos preparados con mijo. La semilla del mijo de junco es de mayor tamaño que la de los demás mijos.

#### *Producción regional*

El mijo de junco es el más empleado en África y la India, y el mijo digital en la India, Pakistán y algunos lugares de África Oriental y Central. La producción total de mijo en Asia y África es algo menor que la del sorgo, pero en algunos ambientes subhúmedos, el mijo es el cereal predominante.

#### *Mijo de junco*

Recibe también los nombres de mijo cola de gato y mijo perlado. Es generalmente un cultivo de temporada corta, que crece de ordinario en zonas con precipitación pluvial menor de 600 mm al año, en los breves períodos en que la humedad del suelo permite el desarrollo del cultivo. Prospera mejor en los lugares donde prevalecen, durante el período de desarrollo, las lluvias ligeras seguidas de sol brillante. Tiene cierta resistencia a la sequía, gracias a su bien desarrollado sistema radicular y a sus tallos y hojas vellosos. Además, tolera suelos bastantes infértiles, así como los arenosos. Su proteína es generalmente de buena calidad y cantidad, aunque sería de desear un contenido de lisina algo más elevado.

#### *Descripción*

Es una planta gramínea enhiesta, con tallos robustos y redondos, de 2 a 3 cm de espesor,

que alcanza una altura de 1.25 a 3 m. Las hojas tienen una anchura de 5 a 7 cm, y alcanzan la longitud de 1 metro o más. Su espiga es cilíndrica, enhiesta, y mide de 20 a 40 cm de largo y 2.5 cm de diámetro. Los granos se encuentran en fascículos, unidos al tallo central de la espiga por cortos órganos de unión, y sus semillas desnudas tienen un color gris amarillento o blanuzco. Las semillas tienen de 3 a 4 mm de largo y 2.25 mm de ancho, siendo las mayores entre todos los tipos de mijo. Las flores del mijo de junco son polinizadas en forma cruzada por el viento, y esta característica señala las técnicas de reproducción selectiva para el mejoramiento del cultivo.

#### *Mejoramiento del mijo de junco*

El mijo de junco se poliniza en forma cruzada normalmente, pero es fácil hacer que se abastezca a sí mismo. El sistema restaurador de la esterilidad masculina genética del citoplasma se ha identificado y se emplea con éxito para la producción de híbridos de cruzamiento sencillo en los E.U.A. y la India. La Colección Mundial del Mijo de junco ha sido evaluada y se han empleado colecciones y variedades seleccionadas, como material de cruce, a fin de desarrollar poblaciones de reproducción selectiva en Uganda, Nigeria, Senegal y la India. Estas poblaciones están en programas de selección tendientes a mejorar los rendimientos, la resistencia al vuelco o acame y la tolerancia a las enfermedades. Estas poblaciones están a la disposición de quienes quieran emplearlas como variedades sintéticas o como fuentes de líneas endogámicas para la obtención de híbridos.

#### *Cultivo*

El terreno debe prepararse teniendo en mente una posible siembra expedita cuando la humedad del suelo sea adecuada. Como la semilla es pequeña y debe sembrarse en forma superficial, el terreno debe ser mullido para la siembra. El cultivo responde a los fertilizantes completos (nitrógeno, fosfatos y potasa) cuando la humedad del suelo es adecuada, así como a aplicaciones liberales de estiércol animal. No debe suponerse que la lluvia limitada impida la respuesta del cultivo a los fertilizantes mejorados, pero se necesitan ensayos de campos locales para determinar la cantidad de fertilizante o de estiércol que puede resultar provechosa.

La siembra se hace generalmente a mano, dentro de agujeros o montoncitos espaciados

50 cm uno del otro, en hileras con un metro de separación. En cada montoncito se depositan varias semillas para garantizar al menos una planta en cada uno. Cuando se usan prácticas de cultivo mejoradas, pueden obtenerse mayores rendimientos si se siembra en hileras estrechas. El período de crecimiento hasta la madurez es de 4 a 5 meses para la mayoría de los tipos de mijo. La densidad de la siembra debe determinarse de acuerdo con la humedad disponible que se haya pronosticado.

El control de la maleza es muy importante pues cualquier tipo de mala hierba consume la humedad del suelo y compite con el mijo por los nutrimentos del suelo. Toda la maleza debe ser eliminada cuando es aún pequeña a fin de evitar daños al sistema radicular del mijo.

Cuando el grano está maduro, las espigas se cortan a mano, y cuando el grano está seco se separa en una planta de trillado. Si las aves amenazan con causar perjuicios, las espigas deben segarse cuando la semilla llega a la fase de endurecimiento, y el secado debe completarse al sol, sobre superficies duras, hasta un contenido de humedad de aproximadamente 10%.

El mijo de junco puede sufrir grandes perjuicios en el almacén por causa de los insectos que lo infestan, a menos que se tomen precauciones específicas. La protección debe comenzar con el tratamiento de las estructuras y recipientes de almacenamiento vacíos, empleando malatión para matar a los insectos que se esconden en grietas y rendijas. El grano se debe fumigar cuando se le coloca en el almacén.

El mildéu, la roya y el comezuelo causan a veces una merma en el rendimiento. Actualmente se hacen esfuerzos por obtener selectivamente variedades resistentes a estas enfermedades.

#### *Mijo digital*

Se le conoce también con los nombres de raji, mijo pata de pájaro, coracana y mijo africano.

#### *Uso regional*

Aunque este tipo de mijo se consume principalmente en la India y Pakistán, también se cultiva en muchos lugares de Africa Oriental, como gramínea de temporada corta. Tiene un lugar en el ambiente ecológico, algo diferente al del mijo de junco. El mijo digital prospera en clima húmedo, pero no donde las lluvias son continuamente intensas. Además, crece en altitudes de 2,000 a 2,500 m, en suelos pedre-

gosos y superficiales, donde el suministro de humedad es abundante. Las tierras altas de Etiopía, Somalia y Sudán ofrecen condiciones favorables. En el subcontinente Indio, se cultiva extensivamente al pie de los Himalayas, y también como cultivo secundario en las tierras bajas donde se cultiva anualmente el arroz.

Las aplicaciones alimenticias del mijo digital son similares a las que se describieron para el mijo de junco. El contenido proteínico es generalmente bajo. La lisina es deficiente pero la metionina es alta.

### *Descripción*

El mijo digital es un cultivo anual que alcanza una altura de 1 a 1.3 m, produciendo una inflorescencia terminal que contiene pequeños granos redondos de color rojo pardusco. Las plantas son susceptibles de echar brotes y ramificarse libremente. La inflorescencia se encuentra en un largo tallo con cuatro o seis protuberancias que se abren como un abanico—de aquí proviene la denominación de mijo digital. Las semillas van adheridas cada una a una flor, en racimos de éstas, y se desgranán al alcanzar la madurez.

### *Mejoramiento del mijo digital*

Este cultivo es netamente autopolinizante y no se dispone de esterilidad genética ni citoplásmica. La Colección Mundial incluye un gran número de variedades muy diversas que pueden evaluarse como variedades mejoradas para uso comercial. Las variedades seleccionadas han sido inter cruzadas manualmente en la Estación de Investigación Serene en Uganda, para desarrollar una población de reproducción selectiva. Se han desarrollado nuevas variedades que producen altos rendimientos y son resistentes al vuelco o acame y a una enfermedad destructora de las espigas.

### *Cultivo*

El mijo digital se siembra mejor en tierra limpia y mullida. El cultivo responde fuertemente a los fertilizantes y/o a los abonos animales. Los fertilizantes que aportan nitrógeno y fósforo son los preferidos, en una relación de dos a uno. Debe tenerse cuidado al aplicar nitrógeno pues su exceso provoca el vuelco o acame.

A diferencia del mijo de junco, el digital se siembra a voleo, a razón de 20 a 30 kg por hectárea, o en hileras poco espaciadas, de 20 a 30 cm, en una proporción de siembra reducida.

En las regiones donde el cultivo se siembra en hileras más anchas, con espaciamiento de 40 a 60 cm, la proporción de siembra se reduce a 10 ó 12 kg por hectárea. La semilla es pequeña y debe sembrarse superficialmente, a profundidades de uno o dos cm, para garantizar la emergencia de las plántulas. La germinación se efectúa en un lapso de 5 a 10 días, el cual se prolonga cuando el clima es más frío.

El control de la maleza puede representar un grave problema en el caso del mijo digital. Por esta razón, suele prestarse atención especial a varias labranzas sucesivas, a intervalos de 7 a 10 días, durante la preparación de la tierra, a fin de que las semillas de maleza germinen y que las plántulas puedan ser destruidas antes de sembrar el cultivo. Por la dificultad de arrancar a mano o con azadón la maleza en los campos de mijo digital densamente poblados, es probable que el empleo de herbicidas apropiados, como el 2, 4-D, para combatir las malas hierbas de hoja ancha, resulte práctico. Es preciso ensayar otros herbicidas para combatir la maleza herbosa; estos deben ser herbicidas que no perjudiquen al mijo digital.

Las principales enfermedades de esta planta se deben a un hongo que provoca la podredumbre de la raíz, la mancha de la hoja y la destrucción de la espiga, además de un carbón del grano. Estas enfermedades son más pertinaces cuando la tierra se siembra anualmente con mijo digital. Para detener la acumulación del inóculo productor de la enfermedad, el mijo digital no debe cultivarse en la misma tierra durante años sucesivos.

### *Cosecha*

El mijo digital madura en un lapso de tres a cinco meses. Las plantas maduras se cortan, habitualmente, casi al ras del suelo, se atan en gavillas y se apilan para que sequen. El grano se separa golpeando las gavillas o por medios mecánicos. Si se trata de mijo digital de riego, las espigas no maduran en forma simultánea. Se siegan pues a medida que van madurando, extendiéndolas luego en un piso de secado para que se curen unos cuantos días y luego sean trilladas de la manera usual. Con lluvia natural, los buenos rendimientos de grano pueden alcanzar 2,000 a 4,000 kg por hectárea; los cultivos de riego pueden rendir un poco más.

El control de los insectos en el almacenamiento del mijo digital es menos problemático que en el caso del mijo de junco, por causa del pequeño tamaño de la semilla. Los tratamientos que se recomiendan para el mijo de junco son aplicables al mijo digital.

### **Mijo secundario**

El mijo de tipos secundarios reviste importancia en algunas localidades. El mijo común (de escoba) y el panizo o cola de zorra (italiano) asemejan al de junco en cuanto a su adaptación ecológica a climas y suelos, y constituyen "cultivos instantáneos" que pueden producir cosechas de grano en períodos de 60 a 90 días. Esto los vuelve muy útiles en regiones de lluvia limitada o insegura. Estos tipos de mijo pueden

cultivarse en hileras que permitan la labranza, o se siembran a voleo. Su utilización como cultivos alimenticios se asemeja a la del mijo de junco.

El mijo japonés y el ramoso o de puntas pardas se parecen más al mijo digital, en lo que se refiere a su adaptación climática y a su capacidad de responder a niveles bastante elevados de fertilidad del suelo. Las prácticas de cultivo para el mijo digital suelen ser aplicables igualmente a estos dos tipos de mijo.

## CAPITULO 9

### TRIGO<sup>1</sup>

*(Triticum aestivum—trigo para pan)*

*(Triticum turgidum—trigo duro)*

El trigo comprende dos grupos genéticos principales: los *trigos duros* con 14 pares de cromosomas, y los *trigos para pan* con 21 pares de cromosomas. Todos los trigos se autopolinizan y cualquier hibridación natural es relativamente rara. Incluso con la intervención del hombre, es difícil "cruzar" trigos duros y trigos para pan.

Los trigos duros tienen de ordinario granos de textura dura. Se emplean para producir macarrones y pastas similares de sémola, no para hacer pan. Las variedades de trigo para pan pueden tener granos de textura dura o blanda, y contienen cantidades apreciables de gluten (una sustancia proteinásea) que retiene las burbujas de gas cuando la pasta del pan "sube" bajo fermentación controlada, permitiendo la elaboración de pan, bollos y productos similares. El trigo para pan es el único cereal que contiene un gluten de calidad capaz de producir buen pan con levadura.

Los dos grupos de trigo han tenido diferente origen geográfico en su evolución. El grupo duro, según se cree, se originó en las regiones etíopes y se difundió desde ahí, en tiempos remotos, hasta el norte de África y la región del Mediterráneo. Los trigos para pan, se supone, fueron originados en el Cercano Oriente, en las zonas que ahora ocupan Siria, Turquía, Afganistán, Irak e Irán. Los trigos para pan se difundieron pronto al continente europeo, y fueron llevados a otros continentes por los primeros exploradores y colonizadores. El trigo duro fue llevado a América del Norte, a los Grandes Llanos, en tiempos históricamente recientes y ahora abarca 1/16 de la superficie de los E.U.A. Se consume mucho trigo en el norte de África y en la región Mediterránea.

Salvo cuando el trigo duro se menciona específicamente, la información siguiente se

<sup>1</sup> Editado por Louis P. Reitz, Científico del Plantel (cereales), National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705 y John G. Moseman, Presidente, Plant Genetics and Germplasm Institute, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

aplica a los trigos para pan y puede convenir o no al trigo duro.

El trigo es un cultivo de temporada fresca. La mayor producción mundial se produce en las zonas templadas, pero debido a que se cultiva a mayores altitudes en los trópicos y los subtropicos, ocupa un importante lugar, como alimento, en dichas regiones. Los trigos de primavera enanos, de tallo enhiesto y alto rendimiento, que son un elemento tan importante de la "revolución verde", fueron obtenidos en México aprovechando lugares de elevada altitud para la cosecha de verano, y lugares de baja altitud en el noroeste de México para la cosecha invernal. Han tenido una gran repercusión en la agricultura de la India, Pakistán, Afganistán, Irán, Turquía y Túnez, y las lecciones aprendidas en esos países se están aplicando en otras regiones. El cultivo del trigo es importante en África del Norte y del Sur, a mayores altitudes en los países de África Oriental así como en Argentina y en las regiones andinas de Colombia, Bolivia, Perú y Chile. Los trigos duros no se han difundido mucho más allá de África del Norte, pero los trigos para pan predominan en todas las regiones productoras de trigo en los trópicos y los subtropicos. Los trigos para pan tienen una enorme demanda por los muchos tipos de productos de pastelería que se pueden elaborar con su harina, y la fácil aceptación de dichos alimentos en todas partes.

Entre los trigos para pan se incluyen dos tipos de hábitos de crecimiento: (1) los *anuales de primavera* que se siembra al principio de la temporada de crecimiento, que no requieren exposición a bajas temperaturas para estimular la formación de la espiga; y (2) los *anuales de invierno* que requieren la exposición a baja temperatura para completar su ciclo normal de desarrollo. Las variedades de trigo del tipo mexicano de alto rendimiento o semienanas son anuales de primavera y no soportan la exposición prolongada a las temperaturas rigurosas, varios grados por debajo de la congelación, típicas de las grandes altitudes, como las

que prevalecen en las regiones que se extienden desde Turquía hasta la India. El trigo anual de primavera prospera muy bien en dichas regiones, cuando se siembra una vez que pasan los períodos de congelación. En general, estos tipos anuales de primavera son adaptables a los trópicos y los subtropicos.

#### **El trigo como alimento**

El trigo es rico en carbohidratos (alrededor del 70%) y es fundamentalmente un alimento energético. El contenido de proteína cruda oscila entre 8 y 15% según el tipo y la variedad; es sumamente digerible, pero muestra deficiencia de varios aminoácidos nutricionalmente esenciales, sobre todo *lisina*. Al moler el trigo para convertirlo en harina, el pericarpio y el germen son separados del grano, y como gran parte de la proteína y las grasas se encuentran en dichas porciones, la harina resultante tiene valores nutritivos más bajos que el grano entero. Sin embargo, el gluten que conserva la harina es suficiente para confeccionar productos de pastelería convenientemente apetitosos. Actualmente se investiga intensamente la forma de aumentar la cantidad y de mejorar la calidad de la proteína del trigo para que éste sea en lo posible un alimento completo.

#### **Descripción**

El trigo es una gramínea anual que suele producir dos o tres hijuelos por planta, cuando el cultivo es denso, con una espiga en la punta de cada hijuelo. Los tallos o cañas son nudosos y huecos, provistos de una hoja en cada nudo. La espiga tiene en promedio de 15 a 18 espiguillas, cada una de ellas con dos o tres granos. El sistema radicular es fibroso, compuesto sobre todo por raíces adventicias que se desarrollan en los nudos del tallo de cada caña o hijuelo, precisamente debajo del nivel del suelo. El sistema radicular puede penetrar el suelo hasta profundidades de 1 a 2 metros si las condiciones del terreno son favorables.

El trigo se autopoliniza en gran medida ya que la polinización se produce normalmente antes que los flósculos se abran. Las variedades conservan sus buenas características hereditarias, lo que permite a los agricultores conservar su semilla sin que ésta sufra deterioro en cuanto al vigor hereditario. En muchos países se están realizando con entusiasmo programas de mejoramiento genético tendientes a aumentar el rendimiento y la calidad del grano.

#### **Adaptación**

El trigo prospera mejor en períodos de desa-

rollo relativamente frescos con lluvia moderada, pero los rendimientos no se reducen si hay temperaturas relativamente altas durante las últimas semanas previas a la cosecha, siempre que la humedad del suelo sea suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas. Puede requerirse riego para complementar la lluvia a fin de proporcionar la humedad que se necesita durante el período en que se forman los granos, que es aproximadamente 30 días después de la polinización. La elevada humedad durante el período vegetativo favorece el desarrollo de enfermedades de la hoja, el tallo y la espiga. La humedad excesiva tiende también a producir cañas altas y débiles que se vuelcan fácilmente durante las tormentas, con la resultante reducción en el rendimiento. Los trigos semenanos de tipo mexicano son resistentes al vuelco en virtud de su tallo corto y enhiesto, y por no ser sensibles a la duración del día. Estas características amplían su adaptación ecológica y permiten una más intensa fertilización que propicie rendimientos más altos.

El trigo prefiere los suelos terrosos o las tierras arcillosas bastante profundos y bien drenados, con fertilidad entre moderada y alta. Los suelos profundos tienen la capacidad de almacenar gran cantidad de humedad, la cual es utilizada por el trigo para que pueda desarrollarse aún cuando las lluvias son intermitentes. El clima soleado favorece los altos rendimientos, de modo que los más elevados rendimientos de trigo se obtienen en suelos profundos y fértiles, en regiones muy soleadas.

#### **Fertilizantes**

Antes que se desarrollaran los trigos semenanos, se pensaba que el trigo no podía tolerar fertilización intensa sin sufrir grave vuelco y reducir considerablemente su rendimiento. Las aplicaciones copiosas de abono eran tan indeseables como el uso intenso de fertilizantes nitrogenados. Esta creencia cayó en el descrédito cuando se produjeron las variedades de trigo cortas y de tallo enhiesto; estas variedades no sufrieron vuelco bajo elevados niveles de fertilidad. Así fue posible obtener selectivamente plantas de mayor capacidad de rendimiento potencial, con mayores cantidades de fertilizantes y humedad abundante bajo riego, y combinar estas características con la resistencia a las enfermedades del trigo. Esta investigación elevó los rendimientos potenciales hasta 4 y 5 veces por encima de los correspondientes al trigo indígena. Muchos países tropicales y subtropicales se han beneficiado ahora por la introducción y el mejoramiento cada vez

mayor de este tipo de trigo. Empero, ha quedado muy claro que las prácticas de cultivo mejoradas deben acompañar al empleo de estas variedades productivas de trigo para que realmente se alcancen altos rendimientos. En las condiciones prácticas de la granja, aún cuando las prácticas de cultivo no han estado totalmente controladas, los rendimientos nacionales de esta gramínea en países como la India y Pakistán se han incrementado un 25% tras la adopción de estos tipos de trigo y de las prácticas mejoradas para cultivarlos en gran escala. Estos trigos se cultivan principalmente bajo riego (el cual a menudo escasea), pero ciertas variedades mejoradas pueden tener también considerable valor como cultivos de temporal, con lluvia únicamente, cuando se siguen prácticas para la conservación de la humedad, como ha quedado demostrado en Túnez.

#### *Mejoramiento genético*

Los programas de mejoramiento genético se han puesto en marcha para incrementar el valor de los trigos semienanos al impartirles mayor resistencia a las enfermedades e insectos que prevalecen en diferentes regiones, sin que se pierda la característica de cortedad y erección del tallo, ni el alto potencial de rendimiento. También se están buscando tipos mejorados de trigo invernal que puedan ser más útiles en el norte de África y en las regiones donde se cultiva trigo de invierno, que abarcan desde Turquía hasta la India. Además, se están realizando serios programas de investigación para aumentar la calidad nutritiva de las proteínas del trigo.

#### *Variedades*

Los programas para el mejoramiento genético del trigo, efectuados en muchas regiones productoras de este cereal, han desarrollado variedades mejoradas para el trigo de primavera y también para el del invierno. Muchas de estas variedades han demostrado ya su marcada superioridad sobre las variedades de trigo que se cultivan de ordinario en las regiones tropicales y subtropicales. La amplia adaptación de los trigos de primavera insensibles a la duración del día permite que el producto de los fitotécnicos pueda compartirse en forma extensiva. Habrá que hacer ensayos de campo de las nuevas variedades promisorias, en localidades representativas, a fin de determinar su valor inmediato, y las que resulten más prometedoras deberán ponerse a la disposición de los granjeros, junto con un "paquete" de prácti-

cas de cultivo adecuadas a la localidad. En vista de que estos tipos de trigo son susceptibles de "conservar sus buenas características", las variedades mejoradas pueden reproducirse con rapidez, y los agricultores pueden guardar su semilla con la seguridad de que, mientras eviten que ésta se mezcle con la semilla ordinaria durante la cosecha y la trilla, no perderá sus buenas características hereditarias. Una precaución importante consiste en que las variedades mejoradas deben cultivarse de acuerdo con prácticas efectivas para que realmente produzcan mayores rendimientos.

#### *Cultivo*

La tierra donde se va a sembrar trigo debe estar libre de malas hierbas, bien abastecidas de humedad y bastante compacta para permitir una germinación rápida. Debe garantizarse la fertilidad del suelo, incorporando abonos animales y/o fertilizantes que contengan nitrógeno y fosfato, generalmente en una proporción de 2 a 1. Las cantidades deberán ajustarse a la fertilidad intrínseca del suelo y a su probable contenido de humedad, según quede determinado por ensayos de campo locales. No obstante, es erróneo suponer que los fertilizantes no son útiles en regiones menos húmedas, ya que el incremento de nitrógeno y fosfato puede estimular el desarrollo de raíces capaces de aprovechar las reservas de humedad del subsuelo. El trigo que se cultiva con lluvia natural, cultivo de temporal, deriva grandes beneficios de todas las prácticas de labranza y de conservación del suelo encaminadas a propiciar la conservación del agua de lluvia en el subsuelo en vez de permitir que se pierda en forma de desagüe. Cuando la precipitación pluvial es limitada, la conservación del agua reviste una importancia capital y el grado de humedad del suelo en el momento de la siembra constituye un factor importante.

La *siembra* del trigo de primavera debe llevarse al cabo tan pronto como pasa el peligro de las heladas. En cuanto al trigo de invierno, la siembra debe realizarse cuando menos 6 semanas antes de que la temperatura empiece a descender considerablemente, de modo que las plantas puedan desarrollar un sistema radicular apreciable antes que llegue el período de la invernada. El trigo se siembra comúnmente en hileras, separadas por 15 ó 20 cm, con un mínimo de una planta por cada 5 ó 10 cm de hilera. El enterrar la semilla a 3 ó 5 de profundidad la coloca en suelo húmedo (o que permanecerá húmedo después de las lluvias) para propiciar la germinación rápida. Con este tipo

de siembra a máquina se tiene mayor seguridad de producir un buen herbaje, que con el método a voleo, aunque esté resuelta satisfactorio siempre que haya buenas perspectivas de lluvias frecuentes después de la siembra. Cuando se siembra en hileras, bastan 80 kg de semilla para cubrir una hectárea, mientras que la siembra a voleo puede requerir hasta 120 kg de semilla para la misma superficie.

El control de malas hierbas después de la siembra no resulta, de ordinario, necesario ni práctico, pero puede requerirse en tierras muy infestadas. La destrucción de la maleza por tracción o labranza suele perjudicar gravemente el sistema radicular del trigo; los trigales densos que se plantan en tierras libres de maleza constituyen, por lo general, una competencia suficiente para reducir los daños que podrían ocasionar las malas hierbas al cultivo. La extirpación de la maleza en trigales de riego es menos grave que cuando se realiza en cosechas de temporal, porque el trigo puede regenerar sus raíces dañadas si cuenta con humedad suficiente, sobre todo en las primeras etapas de su desarrollo. El control de la maleza mediante los herbicidas apropiados para combatir las especies de malas hierbas que atacan el cultivo, representa un tratamiento útil cuando los campos están intensamente infestados de malas hierbas. El sistema radicular del trigo no se perjudica cuando los herbicidas se utilizan adecuadamente.

Para mayor información sobre *Protección de Cultivos*, véase el Capítulo 4 del libro "Tropical Agriculture" de Wrigley. (Véase la lista de referencias al final del Capítulo 40).

### **Cosecha**

El trigo madura, por lo regular, aproximadamente 30 días después de que se abren los flósculos. Los granos están completamente llenos cuando alcanzan la fase de endurecimiento, que es cuando las hojas, cañas y espi-

gas empiezan a perder su color verde para adquirir un tono amarillo oro. A partir de esta etapa, la maduración consiste en una pérdida gradual del contenido de humedad de los granos. Cuando se han secado completamente al aire, los granos tienen un promedio de humedad de 10 a 12% / entonces ya pueden almacenarse sin peligro de que se enmohezcan. Si existe amenaza de daños causados por aves o por tormenta, el cultivo puede segarse y atarse en gavillas en cuanto se torna amarillo, para apilarse en el terreno o en graneros para completar su secado. La cosecha puede hacerse a mano, con hoz o guadaña, o a máquina. Las cosechadoras y trilladoras combinadas resultan prácticas en los lugares donde el período de la cosecha es seco, pero el grano debe estar completamente seco antes de dicha operación.

### **Almacenamiento**

En los trópicos, el primer requisito para almacenar con seguridad el trigo consiste en secarlo hasta que su contenido de humedad sea del 10% o menos, antes de llevarlo al almacén. Si el trigo tiene un contenido de humedad más alto, necesita un secado adicional para evitar que se estropee. La protección del grano almacenado contra los insectos reviste especial importancia en los trópicos y los subtrópicos. Debe iniciarse con el tratamiento de las estructuras y recipientes de almacenamiento en la granja, para destruir a los insectos que se ocultan en dichos lugares, pero la fumigación inicial del grano que llega al almacén es de igual importancia. Algunas agencias centrales de almacenamiento, a las cuales los granjeros pueden enviar sus cosechas, se rehúsan a aceptar grano infestado por insectos, y lo compran solamente a precios de descuento.

Para mayor información sobre tratamientos para combatir los insectos de los granos almacenados, véase el capítulo sobre Maíz, sección "Plagas del grano almacenado".

## CAPITULO 10

### CEBADA<sup>1</sup>

(*Hordeum vulgare*)

La cebada es un antiguo cereal comestible de Etiopía, del norte de Africa, sobre todo Libia y Marruecos y, en menor grado, Túnez y Argelia, y las regiones del Cercano Oriente. Aproximadamente el 75% de la producción mundial tiene lugar en las zonas templadas de América del Norte y Europa, donde se utiliza como forraje para el ganado y en la fabricación de cerveza; sin embargo, sigue siendo un importante cultivo alimenticio en sus lugares de origen. También se cultiva como alimento en los países andinos de América del Sur, especialmente Argentina y Perú, así como en la India, Turquía, Corea, Afganistán, Irak, Siria, Irán y Pakistán. Se cultiva a mayores altitudes en los trópicos, y en las zonas irrigadas de los desiertos cuyos suelos son demasiado alcalinos para el cultivo de otros cereales.

#### *Tipos*

Hay muchos tipos de cebada. Existen los tipos *anuales de invierno* que requieren clima frío, hasta el punto de congelación o más abajo aún, durante el período de plántulas a fin de estimular la formación de espigas; y los *anuales de primavera* que no requieren exposición al frío para desarrollarse normalmente. A diferencia del trigo, que produce granos desnudos, la cebada pertenece principalmente al tipo "cubierto", en el cual las glumas se adhieren al grano. Sin embargo, el tipo "desnudo" se cultiva en los Himalayas y China. Las espiguillas pueden ser aristadas, aquilladas o sin aristas, y las espigas pueden tener dos hileras de granos o seis hileras.

#### *Valor alimenticio*

La cebada se clasifica como alimento rico en fécula (65 a 68%) y es, por consiguiente, una fuente energética. Las variedades que ahora se cultivan promedian un contenido de 12 a 14% de proteína; sin embargo, esta proteína es algo

deficiente en los aminoácidos esenciales para la nutrición, lisina y treonina. Debe complementarse con alimentos proteínicos en la dieta humana, especialmente productos animales como leguminosas de grano y harinas de semillas oleaginosas. La cebada se acepta ampliamente como cultivo alimenticio apetecible y nutritivo, a pesar de la necesidad de descascararlo por abrasión cuando se prepara como alimento. El grano se cocina normalmente hirviéndolo o tostándolo cuando está entero, moliéndolo para hacer atole, reduciéndolo a harina para hacer pan, y en muchas otras formas. Los hallazgos recientes de la investigación efectada en Suecia, Dinamarca y en la Universidad Estatal de Montana, indican que debe ser posible producir variedades comerciales mejoradas de cebada con mayor cantidad y calidad de proteína.

#### *Adaptación*

La cebada, con todas sus formas diferentes, tiene una amplia adaptación ecológica. Las distintas variedades se emplean para producir cosechas en las zonas más frías y en las zonas cálidas. Sin embargo, la cebada no se desarrolla en regiones de alta humedad y elevadas temperaturas. Los mejores rendimientos se obtienen cuando hay un período de crecimiento de unos 4 ó 5 meses, en el cual el período vegetativo es relativamente frío. Requiere menos humedad que el trigo, pero los vientos cálidos y secos que soplan después de que las plantas espigan, reducen el rendimiento de grano. Las variedades de temporada más corta se emplean para eludir los daños de la sequía en las regiones con temporadas de lluvia breves.

Las variedades de cebada de tipo invernal se cultivan en mayores elevaciones, donde las temperaturas en la temporada fría descienden abajo del punto de congelación, y las variedades de tipo primaveral se producen en otras regiones cuyos períodos fríos no guardan relación con la temporada. En el norte de Africa y en el Cercano Oriente, se cultivan cebadas de

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

primavera dondequiera que hay inviernos benignos. Para los ambientes más fríos, se dispone de variedades invernales duras; no obstante, no se ha desarrollado ninguna que iguale a las del trigo o el centeno en cuanto a tolerancia a las bajas temperaturas.

La cebada se adapta mejor a suelos terrosos profundos y bien drenados, y responde intensamente a la elevada fertilidad. Se conocen variedades relativamente tolerantes a los suelos alcalinos que tanto abundan en todas las regiones poco lluviosas. Se prefieren las variedades cortas, de tallo enhiesto, para los suelos de mayor fertilidad, a fin de evitar el vuelco de las cañas antes de la siega. La cebada no tolera el drenaje imperfecto del suelo, ni la intensa acidez de éste.

### *Descripción*

La cebada pertenece a la familia de las gramíneas, contando con un sistema radicular fibroso, varios hijuelos por planta, cada uno de ellos con tallos huecos y nudosos que ostentan una hoja en cada nudo del tallo. El sistema radicular puede profundizar hasta un metro en suelos permeables profundos, y aprovecha la humedad del suelo a esa profundidad. La espiga terminal de cada hijuelo tiene dos o seis hileras de flósculos fértiles sentados en el eje de la espiga. Hay un grano por flósculo, y el número total de granos por espiga puede variar de 20 a 60 o más, según la variedad y las condiciones del cultivo. Los granos de cada espiguilla, según la variedad, pueden contar con glumas fértiles aristadas, aquilladas, o bien prescindir de ellas, oscilando el color de las glumas entre el pajizo y el negro. La mayoría de las cebadas que crecen en los trópicos y en los subtrópicos producen granos que se desprenden encerrados en glumas adherentes que deben retirarse por abrasión cuando se preparan para el consumo humano. El grano de cebada (dentro de las glumas) puede ser blanco cremoso, rojo, morado, azul o negro, pero los tipos blancos son generalmente los preferidos. La mayoría de las cebadas comerciales tienen aristas que pueden ser muy afiladas o lisas. Muchas de las variedades recientemente mejoradas tienen aristas lisas, que permiten un manejo más fácil del grano durante la cosecha.

La cebada empieza a florecer dos o cuatro meses después de la siembra, y el relleno y maduración de los granos requiere aproximadamente un mes. Los granos están maduros cuando alcanzan la etapa de endurecimiento, y el resto del proceso de maduración consiste en un progresivo secado. La cebada está lista

para la siega y el almacenamiento cuando la humedad de los granos se reduce a aproximadamente 12% o menos.

### *Variedades*

Se han producido varios centenares de variedades mejoradas de cebada para las regiones templadas, y en número pequeño, pero sustancioso, se han desarrollado e introducido para su empleo en condiciones tropicales y subtropicales. Estas variedades difieren en cuanto a la duración del período de crecimiento hasta la madurez, en el peso de la caña, la resistencia al vuelco, la tolerancia al suelo alcalino, la susceptibilidad a la fertilidad del suelo y a los fertilizantes, y la tolerancia o resistencia a las enfermedades y a las plagas de insectos. Deben evaluarse sus características, considerando el clima local o regional y las condiciones del suelo, a fin de seleccionar las que produzcan los mayores rendimientos de grano, con buenas prácticas de cultivo, a fin de someterlas a ulteriores ensayos.

Como la cebada es una especie autopolinizante, conserva sus buenas características hereditarias en generaciones sucesivas y la multiplicación de la semilla puede lograrse con facilidad. Los granjeros pueden guardar su semilla para siembra sin que se pierdan las características hereditarias. Será ventajoso que obtengan guía respecto a la conservación de la pureza y la productividad, la eliminación de materia extraña y semillas de maleza, y la preservación de la viabilidad.

### *Cultivo*

#### *Siembra*

Las prácticas de cultivo para la cebada son similares a las del trigo y la avena. Cualquier brote de maleza debe destruirse al preparar la tierra, y habrá de incorporarse abono o fertilizante en la zona de raíces, a más de tres centímetros de profundidad. La semilla debe sembrarse a máquina, hasta una profundidad de cinco centímetros, en hileras separadas por 20 cm. Siempre que haya incertidumbre acerca de las lluvias en la fecha de la siembra, será aceptable hacer ésta a mano, en hileras, lo cual es mucho mejor que la siembra a voleo. La siembra de la semilla a máquina, en suelo húmedo, asegura la rápida germinación y el establecimiento de plántulas. Para la siembra en hileras, bastan 80 kg de semilla por hectárea; pero para la siembra a voleo, el requisito de semilla debe incrementarse hasta 120 kg por hectárea.

(NOTA: no se hacen recomendaciones sobre tratamientos de la semilla antes de la siembra pues dichos tratamientos son tóxicos para el hombre, cuando los excedentes de semilla se destinan al consumo humano, y es imprescindible seguir los reglamentos propios de cada país.)

### ***Control de malas hierbas***

La labranza no se emplea en los cebadales para combatir la maleza, salvo en tierras muy infestadas de malas hierbas, donde no se debe confiar en que la competencia de las plantas de cebada logrará sofocar a la vegetación parásita. En dichos campos suele ser necesario arrancar a mano las hierbas agresivas, en particular cuando la humedad del suelo puede representar un factor limitante del desarrollo, en vista de que las malas hierbas agotan rápidamente las reservas de humedad. La eliminación de la maleza arrancándola cuando las malas hierbas son pequeñas, antes que produzcan daños graves a las plantas de cebada. Debe elegirse el herbicida que la experiencia señale como eficaz para eliminar la especie de maleza de que se trate sin perjudicar la cebada.

### ***Control de las enfermedades***

Se conocen varias enfermedades que reducen la producción de cebada. El oídio se presenta dondequiera que se cultiva cebada y causa, a menudo, grandes pérdidas en la producción. La roya de la hoja es también importante, pero la roya del tallo no es tan grave en la cebada como en el trigo. En muchos lugares, la cebada madura temprano y escapa a la infección de los hongos productores de roya. La enfermedad, escaldadura, incide en los climas más fríos. Tres enfermedades del tipo del carbón infectan las espigas, mermando el rendimiento, y hay virus capaces de reducir el vigor de las plantas y la supervivencia de éstas en invierno. Las enfermedades de la mancha de las hojas y el pardeado de las hojas suelen atacar a la cebada. El cultivo de variedades resistentes es el método más efectivo y económico para combatir las enfermedades de la cebada. Se conocen selecciones o variedades que son resistentes a esas enfermedades. El empleo de semilla libre de enfermedad y de prácticas de cultivo que aseguren un herbaje vigoroso son medidas que ayudan a reducir las pérdidas. (Nota: existen fungicidas para reducir las pérdidas que provoca la mayoría de las enfermedades de la cebada. No se hacen reco-

mendaciones sobre el uso de fungicidas porque estos pueden ser tóxicos para el hombre y su empleo debe ajustarse a los reglamentos de cada país.)

### ***Control de los insectos***

Varios insectos devoran la cebada. El pulgón verde de los cereales es el causante de que, en algunos puntos de los cebadales, las plantas se vuelvan enanas e improductivas. Se sabe que otros pulgones y cicadelas transmiten enfermedades virales. Hay variedades resistentes al pulgón verde de los cereales y a la mayoría de los virus transmitidos por insectos. La cecidomía destructora que infesta el trigo sembrado en otoño, por lo cual se le denomina también liendre del trigo, ataca igualmente a la cebada sembrada en otoño. Pueden evitarse los daños que causa esta cecidomía, retrasando la siembra hasta que el clima sea más frío. El escarabajo de las hojas de los cereales ataca la cebada en muchos países del sur de Europa, el norte de Africa y algunas regiones de América del Norte. Todavía no se identifican fuentes de resistencia a este insecto.

### ***Cosecha***

El rendimiento del cereal es completo cuando los granos alcanzan la etapa de endurecimiento y las plantas empiezan a cambiar su color verde por amarillo oro. La madurez total tiene lugar cuando el grano se seca hasta que su contenido de humedad es próximo a 12%. Al igual que el trigo, la cebada puede sufrir daños causados por las aves, siendo algunas de sus variedades más susceptibles que otras a dicho ataque. Generalmente, el curado en el campo resulta práctico. La cosecha puede hacerse a mano, con hoces, o por medio de máquinas. La operación combinada de siega y trilla a máquina es muy factible con el grano seco, pero esta práctica es económicamente adecuada solo cuando se trata de superficies bastante grandes, especialmente cuando se dispone de mucha mano de obra.

### ***Almacenamiento***

El grano cosechado con un contenido de humedad mayor de 12% debe secarse aún más antes de ser colocado en los graneros de la granja. Si se dispersa el grano en capas delgadas, sobre un piso duro, se facilita su secado al sol. Antes del almacenamiento, todo el rastrojo y la materia extraña debe eliminarse por aventamiento o tamizado.

**En todas las regiones cálidas es indispensable la protección contra los insectos de los granos almacenados. Pueden formarse infestaciones de los insectos acarreados desde el campo, en el propio grano, o a partir de insectos alojados en las estructuras o recipientes de almacenamiento. Si no se toman medidas de control, pueden producirse graves daños en unas cuantas semanas, y la destrucción total del grano**

**puede consumarse en unos cuantos meses. En consecuencia, los recipientes y almacenes vacíos deben tratarse con malatión antes de guardar en ellos el grano. Todo el grano que entra al almacén, ya sea en la granja o en alguna bodega, debe ser fumigado. Las recomendaciones sobre los tipos más adecuados de fumigación se proporcionan en el capítulo acerca del Maíz, sección "Plagas del grano almacenado".**

## CAPITULO 11

### FRIJOL<sup>1</sup>

(*Phaseolus vulgaris*, y especies afines)

(Sinónimos incluyendo distintas variedades: judía, alubia, habichuela, fréjol, poroto, etc.)

#### *Producción actual*

El término frijol se interpreta ampliamente, incluyendo los de campo y arriñonados de cualquier color, forma o tamaño, así como el frijol de lima (ayocote) y el bayo (véanse los capítulos 15, 17 y 19 para otros tipos de frijol). Los últimos dos están cercanamente emparentados con los frijoles arriñonados o de campo. El frijol de campo es el más importante de las "leguminosas alimenticias de grano" (legumbres) en términos de consumo mundial, entre las que se cultivan en los trópicos y los subtropicos. Se cultivan mucho en México, América Central y el Caribe, América del Sur y Asia y, en menor grado, en África. Sin embargo, comparten con otras especies de leguminosas alimenticias de grano su lugar en los sistemas de cultivo y en la dieta humana. El frijol de campo seco tiene una posición similar a la del caupí, la arveja y el monggo, en los sistemas agrícolas, pero estos últimos se adaptan mejor a las condiciones climáticas y los suelos más húmedos y cálidos. El frijol, al igual que todas las demás leguminosas alimenticias de grano, se almacena bien cuando está seco, y llega a los canales del mercado como alimento básico, tanto en el ámbito doméstico como para la exportación. Todas las leguminosas alimenticias de grano son relativamente intercambiables entre sí, en su papel de alimentos básicos, de acuerdo a las distintas preferencias locales.

#### *Valor alimenticio*

los frijoles (y otras legumbres alimenticias de grano) son ricos en proteína total, 20 a 25%, y en consecuencia ayudan a balancear la dieta humana que se basa en granos de cereal y otros cultivos feculentos. Actúan como sustitutos o "auxiliares" de las escasas proteínas de animales y pescado que se consumen. Aunque la

proteína del frijol es algo deficiente en los aminoácidos que contienen azufre (metionina y cistina), dicha proteína es rica en lisina y triptófano, las cuales son deficientes en los cereales. Los frijoles contienen también cerca del 2% de grasa y aproximadamente el 50% de carbohidratos (componente energético), por lo cual son un alimento nutritivo.

#### *Utilización*

Se afirma que algunas variedades de frijol y de otras leguminosas alimenticias de grano son flatulentas (originan gases en el sistema digestivo), pero se ha informado que esto puede remediarse si el frijol se enjuague\* y se tira el agua del enjuague antes de la cocción, haciendo que ésta sea completa. Seguramente, el mejoramiento de la planta por reproducción selectiva habrá de producir nuevas variedades menos propensas a la flatulencia y, además, más ricas en proteína y en los aminoácidos esenciales, metionina y cistina. Esto puede realizarse, obteniéndose también mayores rendimientos de grano y mejor resistencia a las enfermedades y plagas que merman la producción.

Para aprovechar más cabalmente el valor del frijol en la economía agrícola, deberán incrementarse considerablemente los rendimientos por hectárea. Es relativamente poco lo que se ha hecho hasta la fecha por emplear la ciencia y la tecnología agrícolas en el mejoramiento de la producción de frijol. Sin embargo, experimentos locales y ensayos de campo han indicado la factibilidad de incrementar fácilmente la productividad del cultivo hasta dos o tres veces, con el conocimiento y los materiales disponibles, y que es posible lograr mayores incrementos futuros, cuando la investigación se haya completado y nos ofrezca tipos mejorados y prácticas de cultivo superiores para las condiciones locales. Los beneficios de emplear

<sup>1</sup> Editado por Charles A. Francis, Coordinador, Small Farm Systems Programs, International Center for Tropical Agriculture, Cali, Colombia.

\* El enjuague es más eficaz si el agua contiene aproximadamente 0.5 gramos de carbonato por litro de agua; enjuáguese durante varias horas.

la ciencia y la tecnología modernas serán aumentar el volumen de la cosecha y reducir grandemente el costo neto de producción por kilogramo. Al lograrlo, será posible mejorar rápidamente la calidad de las dietas rurales y producir una cosecha comercial remunerativa y que tenga demanda, tanto a escala doméstica como en plan de exportación. La siguiente recopilación señala métodos prometedores para incrementar la producción.

### **Adaptación**

#### **Clima**

Las distintas clases de frijol son plantas anuales, de la familia de la leguminosa. Al igual que otros miembros de esta familia, son capaces de satisfacer una parte importante de sus necesidades de nitrógeno mediante la fijación de éste elemento, a partir del aire del suelo, por medio de nódulos radiculares que contienen formas específicas de bacterias (*Rhizobium* spp.). Por lo anterior, el frijol es básicamente independiente del nitrógeno del suelo y del que está contenido en los fertilizantes. Sin embargo, cuando se cultiva en temporadas muy cortas, el agregar cierta cantidad de fertilizante nitrogenado o hacer el cultivo en suelo fértil, es una gran ayuda para propiciar el crecimiento rápido y mayores rendimientos. El efecto residual del cultivo de frijol es aumentar la fertilidad de la tierra para los siguientes cultivos.

Hay diferencias significativas entre las distintas variedades de frijol, en cuanto a su tolerancia al calor y a la sequía. Así, podemos decir que el *Phaseolus acutifolius* tiene el prestigio de producir una cosecha en 69 ó 90 días en climas cálidos y secos, siempre que la humedad del suelo sea adecuada para tan breve período de desarrollo y maduración. Otras variedades tropicales pueden requerir hasta 120 ó 150 días para madurar, y aún éstas difieren en cuanto a tolerancia al calor. También se acusan diferencias entre las variedades en su forma de reaccionar a la humedad del aire, pero, en términos generales, el frijol es más productivo en las regiones de menor humedad, principalmente porque muchas plagas de insectos y enfermedades atacan las hojas y los tallos en las regiones húmedas. El frijol prospera mejor en las regiones donde la lluvia es ligera a fines de la temporada de crecimiento. (Otras leguminosas prosperan cuando la humedad del aire sería demasiado alta para los buenos rendimientos del frijol.)

#### **Suelo**

**El frijol crece menor en suelos de textura**

mediana (terrosos) y bien drenados. Cuando las lluvias son inseguras, los suelos deben tener una profundidad de 60 a 100 cm para que las raíces puedan aprovechar las reservas de humedad. Las variedades de temporada más breve tienen sistemas radiculares más cortos. El frijol crece muy bien en tierras de riego y sus rendimientos son considerablemente mayores que en la mayoría de las tierras de temporal. El frijol no es muy exigente respecto al nitrógeno del suelo, pero tiene necesidades comparativamente mayores de fosfatos y otros minerales importantes (potasio, calcio, magnesio y azufre) que los cereales, ya que su composición final es más rica en tales elementos. Se considera que se ha pasado por alto, en general, su necesidad de los vestigios de elementos esenciales (manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno), los cuales se requieren en dosis muy pequeñas. Debe hacerse notar que el contenido mineral relativamente alto del frijol es un factor importante en su valor nutritivo, y sirve también de indicador de las necesidades de fertilizante para obtener mayores rendimientos. La fertilización tendiente a aumentar la capacidad del suelo para suministrar estos elementos reviste importancia en el cultivo del frijol (véase la sección sobre Fertilizantes). Debido a que todas las leguminosas alimenticias de grano son algo deficientes en los aminoácidos que contienen azufre, se recomienda prestar atención al suministro de sulfato en los suelos y fertilizantes.

#### **Descripción**

El frijol, incluyendo todas las formas arriñonadas, el de lima y el blanco, puede ser herbáceo o rastrero. En general, los tipos herbáceos se prefieren para la producción comercial, pues su crecimiento está muy bien determinado y la mayor parte del herbaje madura a la vez, facilitando así la cosecha mecánica. La planta cuenta con un sistema radicular bien ramificado. Las de tipo herbáceo tienen un tallo central bien desarrollado y ramas con hojas trifoliadas. Las hojas y los tallos son ligeramente vellosos. Las flores son pequeñas y su color varía del blanco al azul. Las flores se autopolinizan, por lo cual la semilla generalmente conserva los buenos caracteres hereditarios. Las flores polinizadas producen vainas de forma encorvada o recta, de 10 a 15 cm de longitud, que contienen entre 5 y 20 semillas. El color de las semillas maduras de las distintas variedades puede variar de blanco a rosado, rojo, jaspeado, y de castaño a azul-negro. También es considerable la variación en tama-

ño, que oscila de 20,000 a 60,000 semillas por kilogramo. Algunas variedades de frijol se cultivan por sus vainas comestibles (ejotes) y sus semillas inmaduras; éstas no tienen vainas fibrosas. Todas las variedades de frijol seco pueden cosecharse prematuramente, para cocinarse y comerse como frijol verde. Las variedades trepadoras son de temporada más larga, pero el pequeño granjero gusta de ellas porque pueden servir en sistemas asociados de siembra, en particular con el maíz.

#### *Variedades mejoradas*

Todavía no se ha determinado la mejor descripción de la variedad ideal de frijol. Evidentemente, la estructura ideal de una variedad que deba satisfacer las necesidades de la agricultura mecanizada no tiene que ser la misma que para un frijol que se desee cultivar asociado con otro cultivo, como el maíz. En cualquier caso, las características vegetales deseables para las variedades de frijol de campo mejoradas deben incluir un tallo enhiesto, de modo que las vainas queden a cierta distancia del suelo, con grano que madure uniformemente y que las semillas no escapen de la vaina al madurar. Estas características son compatibles con la adaptación a condiciones específicas del clima y del suelo, alto potencial de rendimiento en condiciones favorables, y resistencia o tolerancia a las enfermedades y plagas de insectos localmente importantes. La forma, el tamaño y el color de la semilla son características hereditarias y deben combinarse con otros rasgos deseables.

Un número considerable de instituciones de investigación, sobre todo en América Latina, América del Norte y Europa, han reunido grandes colecciones de tipos y razas de frijol, las cuales deben servir de base para ensayos de campo, locales o regionales, en los trópicos y los subtropicos, que permitan identificar los que tengan un desempeño superior. La colección mundial se está reuniendo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Cali, Colombia. Considerando que el frijol suele conservar sus buenas características hereditarias, no hay dificultad en multiplicar con rapidez las selecciones más destacadas. Además, los granjeros pueden cultivar su semilla sin que se pierdan las virtudes hereditarias, aunque hará falta una guía para conservar la identidad y producir semilla viable y libre de enfermedades.

Los fitotécnicos deben ser estimulados para que obtengan híbridos del material vegetal prometedor, a fin de combinar las característi-

cas deseables en razas individuales. Este tipo de programas han tenido gran éxito en las naciones desarrolladas de las zonas templadas, y deben servir de guía para alcanzar progresos similares en las muchas regiones tropicales donde el frijol está bien adaptado. Además del rendimiento, hay dos características que merecen mayor atención de la que han recibido hasta ahora, a saber: (1) el mejoramiento del contenido proteínico y de aminoácidos que contienen azufre (metionina y cistina) cuando se cultivan en suelos más ricos en sulfato, (2) las diferencias entre variedades en cuanto a la facilidad de cocción y la tendencia a la flatulencia. Las variedades de semilla negra y roja han dado muestras de adaptarse mejor a los semitrópicos más húmedos, que los tipos de semilla blanca, siendo los primeros más vigorosos y sanos, en términos generales. Ensayos recientes realizados en líneas isogénicas de los tipos blanco y negro de Costa Rica, mostraron que los de semilla negra contienen cantidades apreciables de tanino. La presencia de tanino explicaría también el valor nutritivo claramente menor de las variedades de semilla negra.

#### *Cultivo*

##### *Fertilización*

El frijol responde fuertemente al suministro adecuado de nutrimentos minerales. La aplicación de estiércol animal en cantidades generosas produce respuestas favorables en los cultivos, particularmente cuando se hace en surcos superficiales que luego se cierran parcialmente para sembrar la semilla por encima de las bandas estercoladas. La aplicación de estiércol, a voleo, sobre la tierra preparada es un método menos eficaz, pues gran parte del beneficio no se pone de manifiesto a menos que se incorpore estiércol al suelo. La composición del estiércol es sumamente variable y resulta muy difícil estandarizar las cantidades que se requieren para aumentar los rendimientos.

Los fertilizantes comerciales suelen evaluarse, para los cultivos, en términos de su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, destacando el nitrógeno. Si bien esto es apropiado para los cereales y otras plantas no leguminosas, el contenido de fósforo y potasio es primordialmente importante para el frijol. El suministrar fosfato en forma útil reviste incertidumbre en muchos suelos tropicales por la capacidad de éstos para convertir rápidamente el fosfato del fertilizante en formas solubles inadecuadas para las raíces de las plantas. El método más efectivo que se ha en-

contrado hasta la fecha consiste en colocar el fosfato (y la potasa) en bandas dispuestas en surcos superficiales, cubrirlo ligeramente y después implantar la semilla sobre dichas bandas.

El mejor método para determinar las necesidades de fosfato y/o potasa es efectuar ensayos de campo con distintas cantidades y tipos de fertilizante. Sin tales ensayos, es útil hacer pruebas de laboratorio sobre muestras de suelo representativas, que permitan determinar la fertilidad aparente del suelo. Después se elige el fertilizante idóneo para corregir las deficiencias del suelo y satisfacer las necesidades del cultivo. Siempre que se aplica superfosfato ordinario, la cantidad de azufre, calcio y magnesio contenida en el superfosfato suele ser suficiente para satisfacer los requisitos del frijol en cuanto a estos elementos. Empero, si se emplea superfosfato concentrado para que aporte fosfato, por no contener sulfato dicho concentrado, no puede corregir las deficiencias de azufre del suelo, si las hubiere.

En suelos tropicales y subtropicales fuertemente intemperizados, es grande la probabilidad de que escasee uno o varios de los "vestigios" de los elementos esenciales, lo cual puede afectar grandemente los rendimientos. Estos elementos son manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Es menos factible que se presenten deficiencias cuando se aplican estiércoles animales a las tierras de cultivo, ya que éstos contienen algunos de dichos elementos. Cuando los suelos no producen mayores rendimientos tras la aplicación de fertilizantes, es probable que la deficiencia de los vestigios de elementos constituyan el factor limitante. En esos casos, se requieren estudios detallados para identificar el elemento faltante y las cantidades de éste que deben agregarse al suelo.

Debemos aclarar que el uso de fertilizantes y de compuestos que incluyan vestigios de elementos debe basarse en la evidencia de que la capacidad intrínseca del suelo para proporcionar nutrimentos no bastará para satisfacer las necesidades de las plantas cuando se trata de producir mayores rendimientos. Las cantidades que se requieren de cada elemento deben determinarse por pruebas de campo, pero pueden servir de guía los resultados de pruebas realizadas en otras regiones similares en cuanto al suelo y el clima.

#### ***Preparación de la tierra para la siembra***

El estiércol y/o el fertilizante debe incorporarse al suelo durante la preparación de la tierra

para la siembra. El frijol debe sembrarse en tierra mullida, pero firme, libre de terrones y sin rastrojo grueso. Cuando el frijol germina, su tallo se alarga y los cotiledones (hojas de la semilla) ascienden a través de la capa superficial del suelo. Si hay costras duras en el suelo, es posible que los cotiledones no logren emerger. Para minimizar este riesgo, el frijol debe sembrarse superficialmente, en suelo húmedo, facilitando una rápida germinación.

#### ***Siembra***

El frijol puede sembrarse a voleo, a máquina en hileras cerradas, o plantarse en hileras para permitir la labranza. Puede crecer en monocultivo, en rotación con otros cultivos o en combinaciones con éstos. Las hileras aradas, con 50 a 60 cm de separación requieren entre 40 y 50 kg por hectárea, según el tamaño de la semilla. La siembra a máquina, en hileras con 15 a 25 cm de separación, se utiliza cuando la maleza no representa una competencia considerable para el frijol, y según este método se siembran de 90 a 100 kg de semilla por hectárea. El método a voleo no es eficaz para la siembra y tampoco favorece el control de malas hierbas. (NOTA: no se hacen recomendaciones sobre el tratamiento de la semilla antes de la siembra, pues dichos tratamientos son tóxicos cuando la semilla excedente se destina al consumo humano, además de que es preciso observar los reglamentos de cada país.)

#### ***Control de las malas hierbas***

La siembra en hileras con 50-60 cm de separación, en proporciones que permitan el crecimiento de una planta, cuando menos, por cada 10 cm de hilera, hace factible el control de las malas hierbas, utilizando el azadón o el arado en forma temprana. Cualquier daño que sufra el sistema radicular por los métodos de labranza o por la competencia de maleza retarda gravemente el crecimiento de las plantas y merma los rendimientos. La maleza debe destruirse cuando es aún muy pequeña y antes que compita vigorosamente con las plantas de frijol. En siembras efectuadas a voleo o a máquina, en forma tupida, el uso de herbicidas específicos para destruir las malas hierbas presentes, sin perjudicar al frijol, es una manera eficaz de combatir la maleza.

#### ***Enfermedades***

El frijol puede ser atacado por muchas enfermedades graves, incluyendo tizones bacte-

rianos, manchas, roya y mosaicos de la hoja, podredumbres de la raíz y nematodos. Si la humedad del aire es alta, la mayoría de estas enfermedades se agravan; por ende, la producción de frijol suele resultar más lucrativa en las regiones donde la humedad es generalmente menor. Si se siembra semilla libre de enfermedades, se reducen ciertos tizones bacterianos, manchas de las hojas y mosaicos. Sin embargo, debe confiarse principalmente en el cultivo de variedades resistentes, donde las haya. La buena sanidad del campo también es esencial; el frijol no debe cultivarse en la misma tierra en años sucesivos, y todos los residuos de la cosecha deben darse como alimento al ganado o habrán de incorporarse al suelo para reducir el peligro de que se transmita el inóculo de la enfermedad.

#### *Plagas de insectos*

El frijol es atacado por varios insectos, incluyendo los gorgojos (transmitidos por la semilla), los escarabajos que devoran las hojas, las larvas de éstas, los pulgones y otros insectos, como la mosca blanca, transmisores de virus. Los gorgojos pueden controlarse fumigando la semilla antes de la siembra y con la sanidad del campo. Los brotes de escarabajos y larvas que infestan la planta pueden tratarse espolvoreando piretro, malatión u otros insecticidas apropiados. La maleza que crece en los linderos del campo y los insectos que medran en ella deben ser eliminados antes de sembrar el frijol. Esto evita la infección inicial de los insectos que transmiten virus de las hierbas que crecen en los linderos. (véase la nota al pie de esta página.)

#### *Cosecha*

Es importante cultivar las variedades erectas, a fin de que las vainas no toquen el suelo,

así como las variedades cuyas vainas no se abren al madurar, pues en este último caso se pierde gran parte de la semilla madura. Estas características son hereditarias y pueden combinarse con un alto potencial de rendimiento. El frijol está totalmente maduro cuando las vainas pierden color, pero la siguiente pérdida de 10% de humedad se lleva a cabo con más rapidez cuando el grano permanece en la planta. Si la siega se efectúa antes, se requiere un secado adicional, al sol en pisos de secado, para reducir la humedad hasta un nivel suficientemente bajo para evitar la formación de mohos durante el almacenamiento. La trilla puede hacerse a mano o con una trilladora adecuada para trigo o sorgo, debidamente ajustada para no agrietar indebidamente el frijol.

#### *Almacenamiento*

El frijol bien seco debe almacenarse con seguridad si se le protege contra la lluvia y otras fuentes de humedad. El mayor peligro reside en los insectos de los granos almacenados, los cuales pueden causar grandes perjuicios, en poco tiempo, si el clima es cálido. Todas las estructuras y recipientes de almacenamiento vacíos deben tratarse con malatión antes de colocar en ellos la nueva cosecha. Esta debe ser fumigada al entrar en el almacén, y la fumigación debe repetirse siempre que haya indicios de nuevas infestaciones de insectos. Véase la sección sobre el control de los insectos de los granos almacenados en el capítulo sobre el Maíz, para conocer mayores detalles.

Nota: Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture" por Wrigley, (la Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

## CAPITULO 12

### CAUPI<sup>1</sup>

#### (*Vigna unguiculata*)

(Sinónimos incluyendo distintas variedades: *V. sinensis*, *V. cylindrica*, *V. catjang*, y *V. sesquipedalis*. Nombres vulgares: frijol de ojo negro, porotito, tape, cimarrón, arveja o frijol de vaca, frijol de maíz, sitao, frijol de árbol, etc.)

El caupí, también llamado a veces judía de vara, es una leguminosa herbácea, anual, de temporada cálida. Hay cuando menos cuatro tipos de planta fácilmente reconocibles: erecta, semierecta, arbustiva (rastrera) y trepadora; aunque las diferencias son básicamente genéticas, la reducción de la luz propicia el desarrollo aparrado. Las plantas tienen bastante follaje, con hojas lisas, trifoliadas, entre opacas y brillantes. Su hábito de crecimiento oscila entre indeterminado y bastante definido, pero la planta continúa floreciendo típicamente y produce semilla durante un largo período. La del tipo no aparrado muestra un hábito de florecimiento más determinado que las aparradas; también hay variedades mejoradas que florecen durante un período breve, por lo cual las vainas maduras (chauchas) pueden cosecharse en una sola operación. Con los tipos aparrados (rastreros), la planta sigue floreciendo aun cuando las primeras vainas maduren, lo cual requiere siegas sucesivas para mantener el ritmo de maduración de las vainas.

Las flores del caupí son enteramente blancas, blancas con marcas moradas, o moradas lisas y se dan en pequeños racimos. Las mayorías de las variedades de cultivo producen pedúnculos medianos (20 cm) o muy grandes (50 cm o más) de los cuales surgen racimos múltiples. Una buena variedad puede producir dos o tres vainas por pedúnculo, pero con frecuencia pueden brotar cuatro vainas o más de un solo pedúnculo. La presencia de estos largos tallos florecientes es uno de los rasgos distintivos más evidentes del caupí, comparado con otras especies. Esta característica facilita la cosecha manual y mecánica. Por tener las flores al descubierto, por encima del follaje, y por contar con nectarios florales, estas plantas son muy visitadas por los insectos polinizadores.

Las vainas son tersas, de 15 a 25 cm de largo, cilíndricas y ligeramente curvas. Al secarse se

vuelven amarillas, pero algunas variedades adquieren una coloración morada o parda. Las semillas tienen forma de frijol, pero son un poco menos anchas que éstos, y los colores pueden diferir, según la variedad, desde ante tierra, blanco, marrón, morado o casi negro, en tono liso, hasta texturas moteadas, punteadas o marmóreas. Algunas variedades tienen siempre un punto de color más oscuro en el hilum (unión de la semilla), que con frecuencia se llama "ojo". Con tal diversidad de colores, según las variedades, es posible elegir las más adecuadas para producir la semilla que tiene más demanda en el mercado, según el productor. También hay diferencias de tamaño entre las variedades, el cual oscila entre 3,500 y 9,500 semillas por kg; el fitotécnico puede combinar el tamaño y el color deseados en la semilla, con los hábitos de desarrollo y la capacidad de rendimiento que desee. Por ser una planta autopolinizante, los agricultores pueden guardar su semilla de caupí sin que se pierdan las buenas características hereditarias.

#### Adaptación

El caupí es un cultivo anual de clima cálido. Comparado con el frijol (*Phaseolus vulgaris*) y por ser resistente a la sequía, el caupí tolera menores proporciones de lluvia y humedad durante las últimas fases del desarrollo, con la consecuente formación de vainas y endurecimiento de la semilla, cuando se cultiva en suelos de cierta profundidad que proporcione humedad. Los dos cultivos desempeñan aproximadamente el mismo papel en los sistemas agrícolas, y la elección de uno u otro debe basarse en su adaptación relativa y en sus rendimientos totales de grano. Rara vez se cultivan frijoles *Phaseolus* por abajo de los mil metros, en zonas cálidas, de lluvias irregulares, en la parte tropical de Africa.

El caupí se adapta a gran diversidad de suelos, desde arenosos hasta terrosos gruesos, de fértiles a menos fértiles, incluyendo los que son bastante ácidos. Esto no significa que el cultivo

<sup>1</sup> Editado por K. O. Rachie, Jefe, Grain Legume Improvement Program, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadán, Nigeria.

prefiera los suelos infértiles o ácidos, sino que los tolera, siempre que la lluvia sea adecuada. El cultivo *no* se adapta a suelos mal drenados.

#### **Zonas productoras**

Esta planta es originaria de África, y en ese continente es donde más se cultiva, aunque también crece extensivamente en América Latina y en el sureste de Asia. En Nigeria, Niger, el Alto Volta, Uganda y Senegal, se cultiva el caupí en forma comercial, pero se produce ampliamente, como cultivo de subsistencia para uso doméstico, en casi todos los países africanos que se encuentran al sur del Sahara. Es la leguminosa alimenticia de grano predominante en las regiones africanas con lluvia entre moderada y abundante. El caupí ha alcanzado también cierta prominencia en el Lejano Oriente. Hay muchas pruebas, en las Américas, de que el caupí de variedades adaptadas es más productivo que el frijol ordinario, en las regiones de América del Centro y del Sur que tienen menores elevaciones y donde las temperaturas y la precipitación pluvial están distribuidas en forma menos equitativa. En África, el caupí se adapta mejor a las regiones entre subhúmedas y semiáridas (250 a 1,000 mm de precipitación pluvial). El caupí es mucho más tolerante a las altas temperaturas y a los largos períodos de sequía que el frijol ordinario, el cual está confinado en gran parte a las mayores elevaciones.

Los países que comunican sus rendimientos por hectárea muestran grandes diferencias en cuanto a productividad. Algunos países informan de rendimientos dos o tres veces mayores que el promedio para todos los países africanos, y hubo una diferencia del triple entre los países asiáticos de alto y de bajo rendimiento. Según los resultados de la investigación sobre el caupí, las prácticas de cultivo mejoradas pueden producir incrementos que cuadruplican el rendimiento para las mismas variedades. Incrementos aún mayores se alcanzaron mediante un prudente control de insectos. El rendimiento promedio de una tonelada o más por hectárea debe alcanzarse, con variedades adaptadas, en los lugares donde la lluvia es entre moderada y abundante. En general, esta leguminosa alimenticia de grano ha sido menospreciada, en lo que se refiere a la aplicación de la ciencia y la tecnología, tanto en lo tocante a programas de mejoramiento genético y ensayo para desarrollar variedades mejoradas, como en cuanto atañe a los estudios realizados sobre métodos de cultivo que permitan maximizar los rendimientos.

Dos variedades, el frijol espárrago (*V. un-*

*guiculata* var. *sesquipedalis*) y catjang o frijol de árbol (*V. unguiculata* var. *cylindrica*), se cultivan principalmente en el sur de Asia, pero se cree que tienen potencial dondequiera que pueda adaptarse el caupí.

#### **El caupí como alimento**

La semilla madura y seca del caupí (grano) promedia del 24 al 25% de proteína total, 57% de carbohidratos, 1.3% de grasa y 3.5% de minerales. El caupí constituye un alimento nutritivo y de fácil digestión. Aunque la proteína es algo deficiente en los aminoácidos esenciales metionina y cistina, en comparación con las proteínas animales, es relativamente rico en lisina y triptofano, los cuales son típicamente deficientes en todos los granos de cereal. En consecuencia, el caupí constituye un alimento valioso para complementar los cereales que tienen niveles adecuados de metionina y cistina, y de otros alimentos feculentos de la dieta humana. Pueden emplearse como "extensiones" de las proteínas animales, que se caracterizan por la facilidad con que pueden prepararse como alimento en el hogar. El caupí parece constituir un problema mucho menor, en lo que se refiere a flatulencia, que en el frijol común y, generalmente, su semilla no tiene cáscara dura. El caupí verde se usa frecuentemente como hortaliza. Una aplicación muy importante, en muchas partes de África, es el empleo de las hojas verdes tiernas como verdura (espinaca).

#### **Variedades**

Hay un gran acervo de variedades en las distintas colecciones que han reunido las dependencias de investigación, pero muchas de ellas no han sido ensayadas en el campo, en climas tropicales adecuados para el caupí. Además del tipo de planta, se requieren ensayos para identificar la capacidad de rendimiento bajo sistemas de cultivo favorables, y la resistencia o tolerancia relativa de las variedades a las enfermedades y a las plagas de insectos que prevalecen en las distintas regiones. Se han observado marcadas diferencias en algunas localidades, pero la investigación significativa ha sido limitada. Algunos de los ensayos realizados en Nigeria, los E.U.A. y Puerto Rico pueden tener aplicación directa en los trópicos y subtropicos de otros continentes. Las pruebas de variedades deben efectuarse con prácticas de cultivo reconocidas que propicien los mayores incrementos. IITA en Ibadán, Nigeria, es ahora el centro mundial de recolección y prueba del plasma germinal.

## **Fertilización**

Por ser una leguminosa, el caupí no necesita fertilizantes nitrogenados. Aunque sus requerimientos de fosfato y potasa, así como de calcio, magnesio y azufre son relativamente altos, los nutrimentos naturales o residuales suelen ser adecuados. La mayoría de los ensayos efectuados en los trópicos de tierras bajas no han mostrado respuesta alguna al fósforo ni al potasio. Puede esperarse que esta situación cambie a medida que se eleven los niveles de rendimiento y cuando la planta se cultive en suelos más agotados. En algunos suelos de sabana se han observado respuestas vigorosas al azufre. Por lo tanto, las respuestas que se han atribuido al superfosfato ordinario pueden haberse debido, en realidad, al azufre (el superfosfato concentrado no contiene azufre).

No se han estudiado a fondo las necesidades del caupí en cuanto a vestigios de elementos (manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno), y las probables deficiencias de que adolecen varios suelos tropicales están muy mal definidas hasta la fecha. Es prácticamente seguro que las deficiencias de vestigios de elementos constituyen factores limitantes para la producción del caupí en ciertas localidades. Puede hacerse una identificación preliminar de estos elementos, observando los casos en los que los fertilizantes minerales parecen recibir una respuesta limitada, mientras las aplicaciones de estiércol son claramente benéficas. Después surge el problema de investigación consistente en determinar cuáles son los vestigios de elementos que escasean, y diseñar formas prácticas de corregir la deficiencia. Este es un problema genérico en la agricultura tropical y un esfuerzo directo de investigación podría producir amplios beneficios.

## **Preparación de la tierra para la siembra**

La tierra donde se siembre el caupí debe ser firme, libre de terrones y rastrojo grueso, y habrá de estar húmeda en el momento de la siembra. Si se requiere aplicar fertilizantes, estos deben colocarse en bandas, bajo la hilera de semillas, para evitar su interacción indebida con el suelo que tiende a convertir los fosfatos en formas no aprovechables. Se recomienda que los fertilizantes minerales y/o el estiércol se coloquen al fondo de surcos superficiales. Después, el fertilizante se cubre con dos o tres cm de suelo. Las bandas de fertilizante mineral deben colocarse ligeramente hacia un lado de la hilera de semillas para evitar que las nuevas raíces se quemem.

La siembra debe hacerse en suelo húmedo, para propiciar una rápida germinación. Las costras que provoca en el suelo la lluvia y el secado subsecuente pueden entorpecer la emergencia de plántulas y provocar un herbaje insuficiente. La siembra a voleo no se recomienda. La siembra en hileras permite una colocación más efectiva del fertilizante y facilita el control de la maleza, así como la cosecha. El espaciamiento de las hileras debe ajustarse según la corpulencia de cada variedad, oscilando entre 60 y 100 cm de separación. La semilla debe espaciarse en la hilera de modo que produzca una planta por cada 5 a 12 cm, de las formas erectas, 30 a 60 kg de semilla por una hectárea; para los tipos arbustivos, el espaciamiento entre las plantas en la hilera debe ser de 20 a 30 cm, o bien según proporciones de 10 a 15 kg por hectárea. En terrenos que van a plantarse con caupí por primera vez, sobre todo en lugares donde el cultivo no es común, la semilla debe inocularse con bacterias de un cultivo fresco de caupí a fin de asegurar un desarrollo adecuado de nódulos en la raíz. La inoculación debe efectuarse inmediatamente antes de la siembra.

## **Control de las malas hierbas**

Siempre que se presentan, las malas hierbas reducen considerablemente los rendimientos y deben eliminarse cuando son todavía pequeñas, antes que constituyan una seria competencia para las plantas del cultivo. Deben hacerse esfuerzos por reducir o evitar los daños que sufren los sistemas radiculares del caupí, ya sea arrancando las hierbas, o cortándolas con el azadón o el arado. El control de la maleza por tratamientos con herbicidas selectivos capaces de matar la especie vegetal perniciosa sin perjudicar las plantas del cultivo puede llegar a ser un método práctico sólo cuando se puede confiar plenamente en el citado herbicida, particularmente cuando resulta imposible la eliminación rápida de la maleza por otros medios. El control de las malas hierbas representa un problema mucho menor que si se empleara fertilizante nitrogenado.

## **Enfermedades de las plantas**

Generalmente, se considera que el caupí no está tan expuesto a enfermedades como muchas otras leguminosas alimenticias de grano, aunque en África, donde se originó el caupí, las plantas son mucho más susceptibles a las enfermedades que ninguna de las demás leguminosas de grano que se cultivan. Las enfermeda-

des más importantes son las marchiteces y las enfermedades del nudo de la raíz (transmitidas por el suelo) que atacan al cultivo, así como las manchas mildéus, virus y royas de las hojas.

Las medidas de control más eficaces son: (1) el uso de semilla limpia perteneciente a variedades que sean resistentes a las enfermedades que prevalecen en la localidad, y (2) la sanidad en el campo. La sanidad incluye la eliminación de todas las partes verdes de las plantas después de la cosecha (de preferencia para que sirvan de alimento al ganado), y evitar la siembra del caupí en la misma tierra en años sucesivos. Ambos métodos, especialmente el último, reducen grandemente la cantidad de inóculo presente cuando el caupí se cultiva de nuevo en el campo.

#### *Plagas de insectos*

Los gorgojos que infestan la semilla pueden reducir marcadamente el herbaje. Como medida preventiva, la semilla debe espolvorearse con malatión u otro insecticida adecuado inmediatamente después de la cosecha. En el África tropical, el aldrín se recomienda comúnmente. Si se sospecha la presencia de insectos en la semilla durante la siembra, habrá que fumigarla para matar los gorgojos y las larvas que se alimentan de las plantas en desarrollo. La sanidad del campo también es útil para prevenir el advenimiento de plagas de insectos. En cuanto surja una plaga de insectos, deberá ser atacada con los insecticidas adecuados según la especie de que se trate. El malatión es un polvo de uso general, pero otros pueden ser más efectivos para la especie en cuestión.

#### *Cosecha y trilla*

Las plantas más erectas, con hábitos de crecimiento casi arbustivos, facilitan considerablemente la siega de las vainas maduras. Esta forma vegetal también tiende a producir la mayoría de sus inflorescencias en un período

breve, por lo cual la mayor parte de las vainas maduras pueden segarse en una sola operación. Aunque esta situación favorece la recolección de tipo comercial, el hábito de crecimiento rastrero y la producción continua de vainas durante un período más largo pueden redundar en rendimientos totales considerablemente mayores. Cuando la mano de obra no representa un factor limitante, la planta de tipo rastrero y el mayor período de cosecha pueden constituir ventajas. Pese a todo, las vainas cosechadas de tales plantas dan lugar a semillas cuyo contenido de humedad varía, por lo cual el secado final al sol se convierte en un requisito indispensable. Cualquiera que sea el método de siega, el contenido de humedad del grano debe reducirse al 10% para que el almacenamiento sea seguro. Si la humedad es mayor, se induce el rápido enmohecimiento en clima cálido y la semilla para siembra pierde en poco tiempo su viabilidad.

Las vainas completamente secas se desgranán fácilmente a mano o con máquina trilladora. Para que el grano sea de alta calidad, no debe haber semillas partidas.

#### *Control de los insectos en el almacén*

El caupí está expuesto a sufrir graves daños por el ataque de varios tipos de insectos durante el almacenamiento. Algunas infestaciones de gorgojos, que se produjeron en el campo, son trasladadas al almacén si no se aplica un tratamiento rápido. El secado de la semilla y la trilla no deben demorarse, para que la fumigación del grano recién segado detenga los posibles daños causados por insectos. Las estructuras y recipientes de almacenamiento vacíos deben tratarse con malatión u otro insecticida igualmente eficaz para destruir las plagas de insectos que en ellos se alojan. La nueva cosecha debe ser fumigada al entrar en el almacén, y la fumigación debe repetirse cuando haya cualquier indicio de reinfestación. (Para mayores detalles sobre fumigación, véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre Control de los Insectos en el Almacén.)

## CAPITULO 13

### GARBANZO<sup>1</sup>

(*Cicer arietinum*)

Otros nombres comunes: garbanzo, garbanzo de la India, garbanzo de Bengala

#### *Distribución*

El garbanzo se cultiva ampliamente como planta anual de temporada fría en una amplia franja a través de la región mediterránea, hasta las zonas tropicales y subtropicales del Cercano Oriente y Asia, y a mayores altitudes de los verdaderos trópicos en otros continentes. En términos de superficie cultivada, la India y Pakistán son los mayores productores, pero otros países importantes en este renglón son Birmania, Irán, Turquía, España, Portugal, Marruecos, Etiopía, Tanzania, México y Chile. El cultivo ha recibido relativamente poca atención en términos de la ciencia y tecnología aplicada a él, a pesar de que se le consume como alimento predilecto en regiones rurales y urbanas. Los rendimientos promedio consignados en estadísticas son bajos, pero los resultados de investigaciones recientes realizadas en Irán y la India demuestran que es factible obtener incrementos de tres o cuatro veces, en el rendimiento, mediante la aplicación de mejores prácticas de cultivo y la siembra de tipos de planta con mayor rendimiento.

#### *Posición como alimento*

El garbanzo tiene un promedio de 20% de proteína, 4.0 a 4.5% de grasa, 55% de carbohidratos y 2.5 a 3.0% de contenido mineral. Al igual que otras legumbres, muestra cierta deficiencia en los aminoácidos metionina y cistina, pero es un complemento útil de los cereales y de otros alimentos feculentos ricos en metionina y cistina, pero deficientes en lisina y triptofano, en los cuales el garbanzo es rico. El garbanzo se considera un alimento sumamente digerible, sobre todo el de semilla blanca o de color crema, y por su contenido relativamente alto en carbohidratos, grasas y minerales, es un alimento útil para el ser humano. Es particularmente conveniente en las dietas pobres

en proteínas animales, como las que frecuentemente se encuentran en los trópicos y los subtropicos. Sin embargo, provoca flatulencia, la cual puede ser grave en los niños.

El garbanzo tiene gran aceptación en los mercados de alimento urbanos de los trópicos y los subtropicos, por lo que constituye un excelente cultivo comercial para el mercado doméstico y la exportación. Se consume tanto como verdura como en calidad de grano seco o *dhal*. Cuando está bien seco, el grano no es perecedero y puede manejarse como alimento básico.

#### *Utilización*

Desde el punto de vista de la dieta humana, el garbanzo suele intercambiarse con las demás leguminosas alimenticias de grano, aunque hay diferentes preferencias locales o regionales que se inclinan hacia determinadas especies y tipos de semilla. Es común encontrar varias especies de leguminosas alimenticias de grano que se ofrecen a la venta, en localidades muy próximas, en muchos mercados de alimentos. Desde el punto de vista del cultivo, el garbanzo es en cierto modo intercambiable con las demás plantas anuales de estación fría—lentejas, guisantes o chicharos y frijol grueso o alubia. El garbanzo puede también cultivarse como planta principal en las regiones donde hay una temporada corta con lluvia suficiente para obtener sólo una cosecha. La planta parece considerarse en muchos lugares como cultivo alimenticio de subsistencia y, cuando se producen excedentes en alguna temporada favorable, éstos se envían al mercado. Con el advenimiento de variedades de mayor rendimiento y métodos de cultivo mejorados para hacer la producción más segura, el garbanzo podrá aumentar su popularidad como cultivo alimenticio básico de tipo comercial.

#### *Adaptación*

##### *Clima*

El garbanzo se adapta a temperaturas entre frías y templadas durante la época de creci-

<sup>1</sup> Editado por J. S. Kanwar y K. B. Singh, International Crops Research Institute for the Semi-Arid tropics, Hyderabad 500016, A.P., India.

miento, pero toleran un considerable grado de calor durante el período de fructificación y maduración. En la India y Pakistán, que representan aproximadamente el 85% de la superficie mundial dedicada al garbanzo, esta planta se cultiva principalmente a expensas de la humedad conservada en el invierno. Responde a lluvias moderadas, pero resulta adversamente afectado por las lluvias intensas en las temporadas cálidas, a causa de las enfermedades y las plagas de insectos. El cultivo se ajusta a esas condiciones climáticas, sembrando al comienzo de las lluvias de invierno, en la región mediterránea y el Cercano Oriente y al comienzo de las lluvias monzónicas, en invierno o al principio de la primavera, en otros países asiáticos. A mayores altitudes en los verdaderos trópicos, el cultivo se siembra cuando comienzan las lluvias, lo cual coincide con la temporada más fría del año. Bajo riego, el garbanzo de planta al inicio de la temporada fría. Donde la distribución de la lluvia permite obtener cosechas dobles, el garbanzo se cultiva a continuación de la planta principal de temporada cálida—maíz, arroz, sorgo, etc. Con mucha frecuencia se emplea como cultivo de relevo y se siembra entre las plantas de algodón. El garbanzo completa su desarrollo y maduración en un plazo de cuatro a cinco meses.

### *Suelos*

El garbanzo se cultiva en una gran variedad de suelos, pero la planta no tolera los suelos húmedos y los salinos. Los suelos muy fuertes pueden entorpecer la emergencia de las plántulas. El cultivo tiene altas necesidades de nutrientes minerales pero no necesita fertilizantes nitrogenados, salvo en una dosis muy pequeña de iniciación. Obtiene su nitrógeno de los nodulos radicales producidos por cepas de bacterias nodulares del garbanzo. En tierra donde no se ha cultivado previamente el garbanzo, es imprescindible inocular la semilla con cultivos frescos de bacterias nodulares de la raíz del garbanzo. Para cultivos subsecuentes no hará falta otra inoculación.

Generalmente, se ha descuidado la fertilización del garbanzo, pero se sabe que el cultivo tiene altos requerimientos de fosfato, potasa (en algunos suelos), calcio, magnesio y azufre; el superfosfato ordinario, complementado con potasa, proporciona todos los elementos citados si se aplica en la forma apropiada (véase la sección sobre Fertilización). Por analogía con otras leguminosas, es de suponer que tiene requerimientos específicos de los vestigios de elementos, en especial de cinc, para propiciar

grandes rendimientos; las deficiencias de ciertos suelos en cuanto a esos elementos quedan todavía por investigarse. Las estadísticas sobre rendimientos promedio no revelan el probable potencial de rendimiento bajo prácticas de cultivo favorables.

### *Descripción*

El garbanzo es una planta anual, erecta, que alcanza una altura de 45 a 60 cm. La planta está bien ramificada y tiene hojas pinadas que cuentan con 10 ó 20 folíolos. Las flores nacen individualmente en cortos pedúnculos y son blancas o de color. La semilla se forma en cortas vainas vellosas, de 2-2½ cm de largo y 1 cm de ancho, a razón de una a dos semillas por vaina. Las semillas son grandes, con un diámetro transversal de 0.5 a 1 cm, provistas de un cono terminal en un extremo, y las distintas variedades pueden tener semilla negra, roja, blanca, verde o rosada. En algunos tipos regionales, los de semilla negra y pequeña parecen estar relacionados con su calidad tempranera y la tolerancia a las condiciones adversas del suelo y del clima, mientras que los tipos de semilla blanca parecen producir mayores rendimientos en condiciones de desarrollo favorables. Sin embargo, los estudios genéticos indican que las características de planta y semilla se heredan en forma algo independiente, lo cual hace posible la obtención de varias combinaciones de características hereditarias. La germinación de la semilla es hipogénica, lo que significa que los cotiledones (hojas de la semilla) permanecen en el suelo y que el brote en desarrollo se abre paso a través del suelo hasta la completa emergencia. Los suelos que forman costras gruesas pueden dificultar la emergencia de la plántula.

El garbanzo tiene una raíz principal bien ramificada. Esta penetra en el suelo hasta cierta profundidad, permitiendo el crecimiento sostenido sin necesidad de cantidades apreciables de agua de lluvia, siempre que durante el período lluvioso se haya almacenado una buena cantidad de humedad en el perfil del suelo. En suelos superficiales, este tipo de tolerancia a la sequía no resulta factible.

### *Variedades*

En la India, Irán, Pakistán y algunos otros países donde el garbanzo es desde la antigüedad un cultivo alimenticio, se han reunido vastas colecciones de tipos regionales y "razas de la tierra". Estos tipos han sido la fuente de muchas selecciones, que varían considerablemente en cuanto a caracteres de planta y semi-

lla, productividad, tolerancia o resistencia a las enfermedades y a las plagas de insectos propios de este cultivo. Hay una colección importante de estas selecciones prometedoras en los países antes mencionados y también en la Estación de Experimentación del Departamento de Agricultura de los E.U.A. en Puerto Rico. El Instituto Internacional para la Investigación de Cultivos en los Trópicos Semiáridos, en Hyderabad (India) es un centro mundial de investigación del garbanzo, donde se dispone de grandes colecciones.

Se han elegido variedades mejoradas de esta colección para regiones específicas de la India, Irán y Pakistán, y la multiplicación y distribución de la semilla se ha puesto en marcha. Otras selecciones pueden ser más apropiadas para diferentes condiciones ecológicas. En unos cuantos países se han iniciado programas activos de reproducción selectiva para combinar la resistencia a las enfermedades vegetales y a las plagas de insectos predominantes, con una mayor productividad y las virtudes apetecidas en la semilla. La evaluación de las selecciones ya existentes y la reproducción selectiva para desarrollar la adaptación mejorada a regiones específicas parecen ser recursos muy prometedores. Empero, tales programas de mejoramiento solo son útiles en la medida en que se combinan con prácticas de cultivo que permitan la plena expresión de los potenciales de productividad.

## **Cultivo**

### **Fertilización**

El garbanzo no requiere fertilizantes nitrogenados cuando ha sido inoculado, natural o artificialmente, con las bacterias del nódulo radicular de esta planta. Sin embargo, el cultivo tiene requerimientos apreciables de elementos minerales, como nutrimentos, y prácticamente todos los suelos tropicales y subtropicales no han sido bien dotados por la naturaleza en cuanto a dichos elementos. Deben usarse fertilizantes y enmiendas del suelo para corregir las deficiencias de éste. Debe emplearse eficazmente el estiércol animal como sustituto del fertilizante, o como complemento. Para este cultivo, el valor del estiércol consiste en su aportación de minerales, no de nitrógeno. Su papel en proporcionar "vestigios de elementos" puede ser decisivo, aunque se requiere mayor documentación experimental para explicar las razones específicas de los beneficios que produce el estiércol. Los vestigios de elementos son manganeso, hierro, cinc, boro, co-

bre y molibdeno. El estiércol se considera también una fuente de fósforo fácilmente aprovechable.

El empleo de fertilizantes de superfosfato ordinario proporciona automáticamente calcio, magnesio y azufre, además de fósforo, pero el superfosfato concentrado no contiene azufre. El superfosfato ordinario es preferible para las leguminosas. Es probable que la potasa escasee en las regiones con lluvia moderada.

La necesidad de fertilizantes minerales y complementos puede determinarse mejor mediante pruebas de campo bien diseñadas. Cuando no se disponga de tales resultados, las pruebas de laboratorio realizadas sobre muestras de suelos representativas, procedentes de campos específicos, pueden constituir guías útiles en cuanto a las necesidades de fertilizante. Los resultados del laboratorio deben confirmarse por medio de ensayos de campo.

Las recomendaciones generales deben incluir aplicaciones de fosfato y potasa a razón de dos partes de fosfato por una parte de potasa; la colocación del fertilizante en surcos poco profundos, en proporción de 50 a 100 kg por hectárea; el rellenamiento parcial del surco con tierra, para luego colocar sobre ella la semilla y cubrirla con una capa de 2 a 3 cm de suelo. Empero, en los lugares donde es común el marchitamiento y la humedad es limitada, se recomienda la siembra profunda a 10-12 cm. En tales casos resulta conveniente la colocación lateral. El estiércol puede aplicarse junto con el fertilizante, o en forma independiente cuando no se dispone de fertilizante. El estiércol puede servir de fuente práctica, pero limitada, de vestigios de elementos. Las recomendaciones específicas sobre la necesidad de dichos elementos debe fundamentarse en experimentos de campo. Esta investigación puede ser sumamente productiva; algunos experimentos han mostrado la duplicación del rendimiento cuando las deficiencias en cuanto a vestigios de elementos han sido reconocidas y remediadas en forma adecuada.

La aplicación de fertilizantes a voleo no es recomendable; la colocación en surcos proporciona nutrimentos a las plántulas cuando más los necesitan, y contrarresta con creces la inactivación de los fertilizantes fosfatados por la interacción con el suelo.

### **Preparación de la tierra y siembra**

El garbanzo se debe sembrar en tierra libre de grandes terrones y rastrojo, que sea bastante firme pero no fina. La humedad debe

extenderse hasta una profundidad considerable. Todas las hierbas perennes y anuales deben ser destruidas o arrancadas.

La fecha de la siembra debe ajustarse según la temporada; es de primordial importancia sembrar al principio del período más frío, cuando se espere un nivel adecuado de humedad.

La siembra en hileras es aconsejable; la siembra a voleo propicia el desperdicio de la semilla y no permite la colocación eficaz de los fertilizantes. La siembra en hilera facilita también el control de la maleza, los tratamientos para combatir plagas, y la cosecha. El espaciamiento entre hileras debe ajustarse según el tamaño de las variedades utilizadas, de 30 a 100 cm entre sí. La proporción de siembra debe producir una planta por cada diez a treinta centímetros de hilera, empleándose el espaciamiento menor cuando las reservas de humedad del suelo prometan ser razonablemente adecuadas. Las cantidades de semilla suelen oscilar entre 50 y 100 kg por hectárea, según el tamaño de la variedad de semilla de que se trate. La semilla para la siembra debe tener una elevada viabilidad; arriba del 80% de germinación. (NOTA: no se hacen recomendaciones acerca del tratamiento para la semilla antes de la siembra, pues tales tratamientos resultan tóxicos cuando los excedentes de semilla se destinan al consumo humano, y deben ajustarse a los reglamentos de cada país.)

#### *Control de las malas hierbas*

El garbanzo no es un fuerte competidor de la maleza, por lo cual el control de las malas hierbas resulta imprescindible. La maleza debe destruirse cuando es aún pequeña, para evitar su competencia con el cultivo. La maleza debe eliminarse en la forma que menos perjudique el sistema radicular del garbanzo, ya sea por arrancamiento, usando el azadón o con otras labores de arada. En general, una operación de deshierbe a los 45 días de la emergencia de las plantas, basta para mantener la maleza bajo control. Para combatir las malas hierbas con herbicidas, existen productos específicos que matan la maleza sin perjudicar al garbanzo; éstas representan la solución más apropiada cuando se requiere un control rápido y no se dispone de mano de obra en forma inmediata.

#### *Control de las enfermedades*

El garbanzo puede sufrir el ataque de diversas enfermedades de la hoja y el tallo, así como de marchiteztes. Estas son más graves en pe-

ríodos de lluvia continua y alta humedad, sobre todo si la temperatura es elevada. En general, la mejor forma de resolver estos problemas consiste en: (1) plantar razas o variedades resistentes del cultivo, (2) practicar la rotación de cultivos de modo que no se cultive garbanzo en la misma tierra en años sucesivos, (3) emplear semilla libre de enfermedades, procedente de localidades donde la enfermedad no se presenta, y (4) destruir los restos de vegetales enfermos, ya sea incinerándolos y enterrándolos. Los programas de mejoramiento genético tendientes a desarrollar razas con mayor resistencia constituyen el método más prometedor para alcanzar progresos en lo futuro.

#### *Control de las plagas de insectos*

Las plagas de insectos más perniciosas varían según la región. Estas pueden incluir la cresa o mosca de la semilla, minadores de hojas, trips o tripsos, gusanos de la cápsula, gorgojos, barrenadores de vainas y ácaros. En general, estas pestes se ven propiciadas por la elevada humedad y la temperatura alta. No existen tratamientos generales; éstos deben ajustarse a la plaga de insectos específicos que esté causando los daños. Existen insecticidas de uso general que resultan útiles en el control de plagas y que deben emplearse cuando éstas amenazan en forma grave. Hay plaguicidas específicos para combatir el barrenador de las vainas.

Afortunadamente, existen diferencias marcadas, entre variedades y entre razas, en cuanto a sus resistencia a determinadas plagas. Estas razas resistentes deben emplearse, siempre que sea posible, y han de emprenderse programas de mejoramiento genético para combinar la resistencia con otras características deseables, en el marco de un programa de mejoramiento a largo plazo.

Para mayor información sobre *Protección del Cultivo*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture" de Wrigley. (Lista de referencia al final del capítulo 40.)

#### *Cosecha*

Es primordial que la semilla se seque hasta que alcance una humedad de 10%, aproximadamente, para poder almacenarla con seguridad sin que se enmohezca. A menos que haya peligro de pérdidas por el derramamiento de la semilla de las vainas, las plantas deben permanecer en el campo hasta que la semilla esté bien seca. El secado al sol es sumamente eficaz. Si se requiere la cosecha temprana, debe apli-

carse con prontitud el secado al sol sobre superficies duras.

La trilla se efectúa en forma manual, cuidando de no agrietar ni partir las semillas. La trilla a máquina es muy factible si se ajusta ésta para evitar el agrietamiento y la ruptura de semillas. Si la humedad de la semilla no se ha reducido al 10% en el momento de la trilla, será preciso secarla al sol, en capas delgadas tendidas sobre superficies duras, para evitar el emohecimiento en el almacén.

#### ***Control de plagas de insectos en el almacén***

Las pérdidas que provocan los insectos que infestan la semilla y el grano almacenado son

invariablemente cuantiosas, a menos que se apliquen tratamientos adecuados. Todas las estructuras y recipientes de almacenamiento vacíos deben tratarse con malatión, u otros insecticidas igualmente efectivos, antes de colocar en ellos el producto de la cosecha, a fin de eliminar todos los insectos. La nueva cosecha debe fumigarse antes de llevarse al almacén, para matar los insectos que se encuentren en ella, y habrá que proceder a fumigarla nuevamente siempre que haya cualquier indicio de reinfestación. Para mayores detalles sobre fumigación, véase el capítulo acerca del maíz, sección sobre control de plagas de insectos en el almacén.

## CAPITULO 14

### LENTEJAS<sup>1</sup> (*Lens culinaris*)

#### **Distribución geográfica**

Las lentejas son una antigua planta alimenticia que se cultiva ampliamente como cosecha anual de temporada fría en la región del Mediterráneo, en el Cercano Oriente y en los países del Asia subtropical. También es importante en los trópicos, a mayor altitud, en otros continentes. Los mayores productores de lentejas en 1971 fueron la India, 754,000 hectáreas, Pakistán, 140,000 hectáreas, Turquía, 103,000 hectáreas, Siria, 129,000 hectáreas, Irán, 55,000 hectáreas, Etiopía, 180,000 hectáreas, Rusia, 60,000 hectáreas, Egipto, 20,000 hectáreas, Marruecos, 35,000 hectáreas, Argelia, 23,000 hectáreas, Jordania, 22,000 hectáreas y los E.U.A. 27,000 hectáreas. Existen grandes diferencias, de un país a otro, en los rendimientos promedio por hectárea—diferencias tan grandes como de 1 a 4—, habiéndose consignado los rendimientos más altos en Egipto, con 1,930 kg por hectárea, y los más bajos de los países antes mencionados, que fueron la India y Marruecos, con promedios de 470 y 390 kg por hectárea respectivamente. Los rendimientos son de 3 a 4 veces tan elevados como los promedios nacionales. Estos informes sugieren que este antiguo cultivo tiene un gran potencial sin desarrollar, el cual ha permanecido latente a causa del descuido. Las lentejas han recibido muy poca atención, en términos de investigación, incluso en los países desarrollados, y han sido escasos los esfuerzos realizados por aplicar la ciencia y la tecnología modernas al mejoramiento de la producción de lentejas en los países menos desarrollados. A pesar de ese descuido, el cultivo ha conservado su importancia debido a su popularidad como alimento y al lugar tan especial que ocupa en los sistemas agrícolas.

<sup>1</sup> Editado por E. J. Muehlbauer, Genetista Investigador, Western Region, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, en cooperación con la Washington State University, Pullman, Washington 99163 y James M. Schalk, Entomólogo Investigador, Vegetable Laboratory, Northeastern Region, Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland 20705.

#### **Valores alimenticios**

Las lentejas son un alimento rico en proteínas, que sustituye las proteínas animales en los trópicos y los subtrópicos, donde la dieta humana suele ser deficiente en proteínas. Las lentejas tienen un promedio de 24 a 25% de proteína, 60% de carbohidratos, 1.0% de grasa y 3.0% de sustancias minerales. La proteína es algo deficiente en dos aminoácidos—metionina y cistina—, pero está bien dotada de lisina y triptófano. Las lentejas son un excelente complemento de los granos de cereal, los cuales son característicamente escasos de lisina y triptófano, pero ricos en metionina y cistina. Por ser ricas en carbohidratos y gracias a la facilidad con que se cocinan y se digieren, las lentejas constituyen un alimento nutritivo. Las lentejas pueden tener cáscara dura, según la variedad y el ambiente en el que crecen. A la cáscara dura se debe el mayor tiempo de cocción, como en el caso del frijol, por ejemplo.

Las lentejas pueden intercambiarse con otras leguminosas alimenticias de grano en su papel de alimentos ricos en proteínas, a pesar de las fuertes preferencias locales o personales en cuanto a ciertos tipos y clases de leguminosas alimenticias de grano. En los mercados de alimentos urbanos, es habitual encontrar varias leguminosas alimenticias de grano que se ofrecen a la venta unas junto a otras, como es el caso de lentejas, garbanzo, frijol, guisante, caupí, mungo y alubia. Aunque las lentejas tienen un atractivo específico como alimento, deben competir con otras especies en términos de costo unitario, y estos costos reflejan la eficiencia relativa de su producción. Se requieren mejoramientos en los rendimientos para aumentar la utilidad del cultivo.

#### **Utilización**

Al igual que otras leguminosas alimenticias de grano, las lentejas tienen fama de mejorar la fertilidad del suelo donde se les cultiva. Esto se debe al más alto nivel residual del nitrógeno

contenido en el suelo, gracias al sistema de raíces con nódulos. En términos generales, las lentejas pueden usarse intercambiándolas con las demás leguminosas alimenticias de grano de temporada fría, como garbanzo, guisante y alubia, en los sistemas agrícolas de la granja. La elección depende en gran medida del rendimiento relativo y la utilidad neta que recibe el agricultor. Consideradas como un grupo, estas leguminosas alimenticias de grano suelen desempeñar un papel secundario en los sistemas agrícolas debido a que otros cultivos han resultado más productivos y retribuyen mayores utilidades netas. La aplicación de la ciencia y la tecnología a las lentejas (y a otras leguminosas alimenticias de grano) deben elevar los rendimientos, como ha quedado demostrado por algunos experimentos de campo realizados en la India, Irán y Pakistán. Los rendimientos incrementados como resultado del empleo de variedades y prácticas de cultivo mejoradas, debe valorarse en términos de precios en el mercado, para determinar las utilidades bruta y neta del cultivo. Las lentejas tienen potencial para llegar a ser un cultivo de primer orden, además de una planta con un papel que desempeñar en el sistema agrícola, como cosecha anual de temporada corta y estación fría que se produce conjuntamente con un cultivo principal de temporada cálida.

### *Adaptación*

#### *Clima*

Las lentejas se adaptan bien a temperaturas frías y la brevedad de su período de crecimiento permite que se le incluya en los sistemas de cultivo para aprovechar las temporadas frías y húmedas, en medio de dos cultivos importantes de temporada cálida. Las lentejas se cultivan como planta anual de invierno en las regiones mediterráneas, donde se planta poco después del comienzo de las lluvias, para que madure en la primavera siguiente. Esta relación general se conserva a través del Cercano Oriente, hasta Irán, Pakistán y la India. Aunque la siembra se efectúa de modo que preceda al comienzo de las lluvias, el cultivo suele madurar antes que se produzcan elevadas temperaturas. En los trópicos, las lentejas se cultivan en grandes altitudes, en las cuales hay una temporada más fría en la época de las lluvias estacionales. Las tierras altas de Etiopía y el este de África, el norte de México y los países andinos presentan las condiciones descritas. Las lentejas no toleran el calor ni la sequía, y sus rendimientos se ven gravemente mermados

cuando estos dos factores se presentan en la temporada de crecimiento.

### *Suelos*

Las lentejas prefieren los suelos de profundidad moderada, fertilidad generalmente buena, bien drenados y libres de salinidad. La planta crece en variedad de texturas de suelo, cuando se le maneja con cuidado. Responde a los fertilizantes minerales, pero no a los nitrogenados. Los métodos efectivos para el empleo de fertilizantes no se han comprendido a fondo; la aplicación de fertilizantes a voleo, ya sea antes de la siembra o después de ella, produce escasos beneficios. Como sucede con la mayoría de las leguminosas, las prácticas de cultivo mejoradas producen condiciones de desarrollo más favorables para las lentejas y, por ende, incrementos en el rendimiento del grano.

### *Descripción*

Aunque hay marcadas variaciones entre las distintas variedades, la lenteja es una planta herbácea anual, arbustiva, erecta y de temporada corta, que alcanza una altura de 25 a 75 cm. El tallo está ramificado y tiene hojas pinnadas, con pares de folíolos en número de 4 a 7, estando rematada la hoja por un corto zarcillo. Las flores, sencillas o dobles, nacen en cortos pedúnculos y pueden ser de color blanco, lila o azul pálido. Las vainas son cortas y contienen una o dos semillas. La cáscara de las semillas de razas y variedades diferentes puede ser verde, verde rojizo o parda. La forma típica de las semillas es la de una lentecilla; los tipos de mayor tamaño tienen un diámetro mayor de 7 mm, mientras que los más pequeños tienen semillas de apenas 2 mm de diámetro, con una variación de 13,000 a aproximadamente 50,000 semillas por kilogramo. La temporada de crecimiento para las diferentes razas puede variar de 70 días a 110 días, desde la siembra hasta la maduración.

Las lentejas tienen un sistema de raíz principal ramificada que penetra el suelo hasta profundidades de 0.75 a 1.50 metros. En condiciones favorables, las raíces desarrollan bastantes nódulos; éstos son producidos por bacterias específicas que consiguen fijar el nitrógeno en formas que la planta puede aprovechar directamente. Si las lentejas no se han cultivado previamente en un terreno determinado, la semilla debe inocularse con cultivos frescos de bacterias del nódulo de la raíz de la lenteja, inmediatamente antes de la siembra.

## **Variedades**

En las principales regiones productoras de lentejas del Mediterráneo, el Cercano Oriente, Asia y Etiopía, se han reunido grandes colecciones de tipos locales y regionales de lenteja (varios millares de ellos). Estas semillas, así como las de selecciones mejoradas, pueden obtenerse en las instituciones de investigación de Irán y la India, así como en la Estación Introductora de Plantas del Departamento de Agricultura de los E.U.A. en Pullman, Washington, E.U.A. También ciertas selecciones se han puesto a la disposición de las instituciones de investigación en muchos países.

Hasta ahora, las selecciones obtenidas parecen haber alcanzado adaptación regional, en vez de haber resultado más productivas en todas las zonas ecológicas, consideradas en general. El desempeño superior de las distintas selecciones depende de su adaptación al clima y al suelo, y de su resistencia a las enfermedades y plagas de insectos específicos. Empero, la duración de la temporada de cultivo, los hábitos de crecimiento y el tamaño, las características de la semilla y la propensión a no desgranarse tienen una aceptación universal.

Por tratarse de plantas que se autopolinizan, la semilla de las distintas razas de lentejas conserva sus características al reproducirse. Por lo tanto, el incremento de semilla genéticamente pura es fácil de obtener. Los rasgos específicamente apetecibles, de las distintas selecciones, pueden combinarse mediante la hibridación controlada. Las poblaciones híbridas se cultivan cuando menos cinco generaciones, cuando se emplea el método de la reproducción selectiva de híbridos en masa; después se seleccionan las plantas para obtener las combinaciones de características deseadas. Cuando se sigue el método de reproducción selectiva de pedigrí, la selección de las plantas se inicia desde la generación F<sub>2</sub> y prosigue en generaciones subsecuentes hasta que se alcanza la uniformidad. Considerando que la reproducción selectiva de plantas requiere mucho tiempo, deben aprovecharse al máximo las selecciones prometedoras obtenidas en otras regiones con condiciones ecológicas semejantes.

## **Cultivo**

### **Fertilización**

Existe poco reconocimiento de que las lentejas responden vigorosamente a los fertilizantes minerales. Los suelos de los trópicos y los subtropicos son habitualmente muy deficientes en nutrimentos minerales, pero la respuesta a fer-

tilizantes que los contengan puede quedar neutralizada por la incapacidad de aplicarlos de modo que se asegure su aprovechamiento por el cultivo. Las lentejas responden bastante intensamente a los fertilizantes fosfatados; a la potasa, solo en ciertos suelos, y casi nunca a los fertilizantes nitrogenados. El fosfato debe aplicarse en franjas, aproximadamente 5 cm debajo de la semilla, de modo que las raíces de las plántulas tengan fácil acceso a él, pero permitiendo un escaso contacto entre el fosfato y el suelo, pues éste provoca la conversión de aquél en formas no aprovechables por la planta.

Las lentejas necesitan también considerables cantidades de calcio, magnesio y azufre. Cuando se emplea como fertilizante superfosfato ordinario, estos últimos elementos se proporcionan en cantidades adecuadas, así como el fosfato. Sin embargo, cuando se usa superfosfato concentrado, éste proporciona fosfato en gran cantidad y es deficiente en azufre, el cual debe suministrarse por otros medios.

El estiércol ha sido un fertilizante tradicional y tiene valores que superan los de los fertilizantes químicos. El fosfato que contiene es altamente aprovechable, y contiene también otros minerales. La aplicación de estiércol a voleo es menos eficaz que si se le coloca en surcos poco profundos debajo de la semilla. Si se cava un surco superficial, se esparce en él el estiércol, y se cubre con una capa de 5 a 10 cm de tierra, para luego colocar la semilla y cubrirla con otros dos a tres centímetros de suelo, se obtendrán los máximos beneficios del estiércol. El superfosfato puede esparcirse junto con el estiércol.

Se cuenta con pruebas fragmentarias de que muchos suelos tropicales y subtropicales son deficientes en "vestigios" de elementos. Estos elementos son manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Las deficiencias específicas varían, sin duda alguna, según el tipo de suelo, y se requieren investigaciones que identifiquen los elementos deficientes en cualquier región, para que puedan aplicarse los tratamientos apropiados. Por ahora, el estiércol se recomienda como un producto natural portador de pequeñas dosis de los vestigios de elementos, en forma disponible para las plantas. En algunos ensayos limitados, se han obtenido incrementos bastante pronunciados en el rendimiento, mediante la adición de "vestigios" de elementos, además de los fertilizantes.

### **Preparación de la tierra para la siembra**

La tierra para la siembra debe estar libre de grandes terrones, desperdicios y malas hier-

bas, habrá de ser relativamente firme y deberá estar húmedo hasta la profundidad anticipada para el sistema radicular.

### **Siembra**

La siembra a voleo no se recomienda de ordinario. La siembra en hileras permite colocar adecuadamente el fertilizante, facilita el control de la maleza y la aplicación de los insecticidas que se requieran. Las hileras podrán espaciarse 60 cm, entre sí, con proporciones de siembra que produzcan una planta por cada 10 cm de hilera, o menos, empleándose menores espaciamientos para las variedades más pequeñas. A causa de la germinación hipogénica (permaneciendo los cotiledones en el suelo para que sólo el brote se abra paso hasta aflorar sobre la superficie), la formación de costras en el suelo va en detrimento del buen herbaje. La siembra debe efectuarse en suelo húmedo para propiciar la germinación rápida. La semilla dura puede ser la causa de la escasa germinación y de la poca emergencia. La semilla debe someterse a tratamiento, antes de la siembra, para eliminar cualquier cresa o gorgojo que contenga.

No se hacen recomendaciones específicas para tratar la semilla antes de la siembra pues dichos tratamientos deben apegarse a los reglamentos de cada país.

### **Control de las malas hierbas**

Las lentejas no compiten enérgicamente con la maleza, y la incapacidad de controlar ésta suele reducir drásticamente los rendimientos. Las malas hierbas deben ser destruidas cuando son aún pequeñas, antes que lleguen a perjudicar seriamente el cultivo. Debe tenerse cuidado para no perjudicar el sistema radicular del cultivo, cualquiera que sea el método de control aplicado contra la maleza, incluyendo el deshierbe, el uso del azadón o los herbicidas.

Es importante que la semilla que se siembre esté libre de la especie *Vicia*; especialmente de *V. sativa* var. *platysperma*, la cual tiene características de planta y semilla casi idénticas a las de la lenteja común y representa un problema en algunas regiones donde se cultivan lentejas.

### **Control de las enfermedades**

Las enfermedades de la lenteja son con frecuencia un importante factor que limita el rendimiento y reduce la calidad de la semilla. Varias enfermedades causadas por hongos,

bacterias, virus y nematodos afectan a la semilla, la vaina, el follaje y las raíces de la lenteja. Han sido poco investigados los agentes patógenos que provocan estas enfermedades, así como la forma de combatirlos mediante variedades resistentes, métodos químicos o prácticas de cultivo.

Las variedades de lenteja resistentes a algunas enfermedades, por ejemplo, podredumbre de la raíz, roya y virus, se han desarrollado en unos cuantos países, como la India e Irán. Empero, las variedades de lenteja resistentes a las enfermedades en un país o región pueden no serlo a las mismas enfermedades en otras regiones, debido a las diferencias que presentan los microorganismos productores de las enfermedades, distintas condiciones del clima, del suelo y otros factores. Esto destaca la importancia de desarrollar lentejas resistentes a la enfermedad en las regiones donde prevalecen y son importantes ciertas enfermedades en particular. También es importante sembrar semillas que estén libres de enfermedades, ya que algunos elementos patógenos de la lenteja son trasladados por la semilla. La semilla no debe cultivarse repetidas veces en la misma tierra pues algunas de las enfermedades transmitidas por el suelo, que afectan a este cultivo, sobreviven al paso de varios años en el suelo. Con el cultivo reiterado, estos agentes patógenos se multiplican con frecuencia hasta alcanzar niveles que causan graves mermas en la cosecha.

No se hacen recomendaciones para tratar la semilla antes de la siembra pues estos tratamientos deben ajustarse a los reglamentos de cada país. Sin embargo, el tratamiento de la semilla es muy importante para el control de las bacterias y los hongos patógenos que se alojan en la superficie de la semilla y en el suelo. La semilla tratada nunca debe emplearse como alimento del ganado o del ser humano.

### **Cosecha**

Debe permitirse que el proceso de maduración prosiga en el campo, hasta que el grano esté totalmente seco. El contenido de humedad no debe exceder del 10% para que pueda almacenarse la semilla en forma segura sin que se enmohezca. Esta fase de sequedad puede alcanzarse más fácilmente en el campo que en ninguna otra parte. Si se cosecha en forma temprana para evitar las pérdidas de grano por la expulsión de éstos de las vainas, será preciso dejar secar éstas al sol, sobre superficies duras, para salvar fácilmente el grano.

### ***Trilla***

La trilla puede hacerse a mano o por medio de máquinas. La trilla a máquina es muy factible si se hacen los ajustes adecuados para evitar que las semillas se agrieten o se partan. Debe eliminarse la basura y cualquier materia extraña antes de colocar el grano en el almacén.

### ***Control de las plagas de insectos en el almacén***

La protección contra los daños que causan los insectos en el almacén requiere el trata-

miento inmediato después de la trilla. Las estructuras y recipientes de almacenamiento vacías deben tratarse con malatión u otros insecticidas eficaces para eliminar a todos los insectos que se alojen en ellos. Sin embargo, el grano *no* debe tratarse con insecticidas venenosos. En vez de ello, la lenteja cosechada debe fumigarse con las sustancias apropiadas, cuando se le coloca en el almacén, repitiendo la fumigación siempre que aparezca cualquier indicio de reinfestación. Para mayores detalles, véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre control de plagas de insectos en el almacén.

sas alimenticias de grano comparables, proporciona un balance de aminoácidos más adecuada, en la dieta, del que puede alcanzarse por los cereales por sí solos. Considerando que el haba es también rica en carbohidratos, se cocina fácilmente y es muy digerible, está garantizado su importante papel en la agricultura de aquellas regiones donde su cultivo es propicio. Además, el haba es rica en los minerales calcio y fósforo, y suele tener un contenido vitamínico más alto que los cereales, lo cual incrementa su valor en la dieta humana.

Aunque muchas de las sustancias tóxicas que se encuentran en otras especies de *Vicia* (por ejemplo, el glicósido cianogénico, vicianina) no existen en el haba, o se presentan sólo en concentraciones muy pequeñas, se han identificado bajos niveles de ciertos inhibidores de la tripsina. Se ha descubierto que, en general, los alimentos destinados a animales no deben contener más del 30% de habas.

Se reconoce que el haba provoca favismo o vicismo, enfermedad que se caracteriza por anemia hemolítica, en ciertos individuos que habitan los países que rodean el Mediterráneo. Se piensa que la susceptibilidad tiene un origen genético.

#### *Utilización*

El haba se cultiva tanto como semilla verde con cáscara, como semilla seca para consumo humano. El haba seca puede usarse también para alimentar a los animales, incluso a rumiantes, cerdos, aves de corral e incluso peces. A veces se ensila la planta completa, pero rara vez se le usa como heno o paja porque, al secarse, los tallos y las hojas tienden a endurecerse considerablemente.

El haba se considera como cultivo mejorador del suelo, principalmente por el incremento del nitrógeno residual que queda en el suelo después de cultivar esta leguminosa. Las raíces del haba, como sucede con la mayoría de las legumbres, producen un gran número de nódulos, si se le inocula con la cepa adecuada de bacterias *Rhizobium* de los nódulos radiculares. Estos nódulos no solo proporcionan todos los compuestos de nitrógeno que la planta necesita para desarrollarse, sino también pueden dejar en el suelo grandes cantidades de compuestos nitrogenados no utilizados. Si no se retiran las partes verdes de la planta, su adición al suelo aporta también nitrógeno y materia orgánica. El mayor grado de fertilidad, subsiguiente al cultivo de haba, suele reducir la necesidad de emplear fertilizante nitrogenado en el cultivo siguiente.

En general, no se ha asignado al haba un papel definido como cultivo importante en los sistemas agrícolas, lo cual se debe, en parte, a que su rendimiento es escaso e irregular, comparado con el de los cereales. Ahora es evidente que el rendimiento puede incrementarse grandemente mediante la aplicación del conocimiento existente, y esto deberá aumentar las utilidades brutas y netas derivadas de la cosecha. Generalmente, el grano seco ocupa una fuerte posición en los mercados de alimentos y, si se alcanzan mayores rendimientos y utilidades netas, puede esperarse que este cultivo tenga un papel cada vez más importante en lo futuro.

Los párrafos siguientes se refieren a los requisitos que exige el mejoramiento de la producción.

#### *Adaptación*

##### *Clima*

El haba sensible a las altas temperaturas, sobre todo en la fase de floración, las cuales provocan la caída de los botones florales e impiden la formación de la semilla. Las temperaturas elevadas pueden inducir también graves problemas de enfermedades. La planta prospera en el clima frío que es característico de los meses de invierno y primavera en los subtropicales, y responde a la lluvia moderada (o al riego). Crece bien a mayores altitudes en los verdaderos trópicos, si se siembra al principio de la temporada fría, cuando empiezan las lluvias. El cultivo de haba debe estar bien desarrollado antes de que se agote el suministro de humedad, pero el tiempo más seco es favorable durante las etapas finales del desarrollo y la maduración de la semilla. El éxito en la producción del haba requiere un ajuste cuidadoso del cultivo a las condiciones climáticas.

##### *Suelos*

El cultivo prefiere los suelos de fertilidad entre moderada y buena, bien drenados y de textura mediana. Es medianamente resistente a la sal, lo cual es un rasgo conveniente en la mayoría de las regiones donde la lluvia es limitada. Un alto porcentaje de los suelos tropicales son deficientes en elementos minerales, pero se ha investigado poco la respuesta del haba cuando dichas deficiencias son corregidas. Sin embargo, por analogía con otras leguminosas, es lógico suponer que existe un buen potencial que debe aprovecharse.

## CAPITULO 15

### HABA<sup>1</sup>

(*Vicia faba*)<sup>2</sup>

Otros nombre comunes:<sup>1</sup> haba equina, habón, haba de windsor, frijol de campo, frijol fava, haba juliana, haba de huerta, dhal, mazagan, tic, etc.

#### Descripción

El haba es una planta herbácea, erguida, anual, de un solo tallo, sin zarcillos, que alcanza una altura de 30 a 190 cm, con una o varias ramas basales. Produce muchas hojas, y cada una de ellas tiene de uno a tres pares de hojuelas tersas. Las flores, en número de dos a seis, nacen en las axilas de las hojas y su color suele ser blanco mate, con líneas amarillentas y manchas oscuras en los pétalos laterales. Las vainas son grandes y robustas, con una longitud que oscila entre 4 y 30 cm, y contienen generalmente de dos a seis semillas cada una. Hay grandes variaciones en cuanto al tamaño de la semilla, dentro de un ámbito de 1,100 a 6,500 semillas por kilogramo, y el color de éstas puede ser ante claro, castaño, verde, morado o negro.

La planta tiene un sistema radicular principal con muchas ramas laterales, pero sus raíces ocupan un volumen mediano, en el suelo, considerando la naturaleza robusta de la parte aérea.

#### Distribución geográfica

El haba es una leguminosa alimenticia de grano, de temporada fría, que se cultiva en el período invernal en las regiones subtropicales, y a grandes altitudes en los trópicos. En las regiones templadas, puede plantarse en invierno o en primavera, según la variedad. En

tre los principales productores de esta herbácea se incluyen Egipto, Etiopía, Marruecos, Túnez, Turquía, Brasil, Ecuador, Perú y México. La producción es importante también en Italia, España República Popular de China y el Reino Unido.

Los promedios nacionales de rendimiento fluctúan entre 330 y más de 2,000 kilogramos por hectárea, produciéndose variaciones aún mayores dentro de determinados países. Es indudable que este vasto ámbito se debe, en parte, a la conveniencia del clima para la especie, pero gran parte de estas diferencias puede atribuirse a la aplicación de la tecnología y la ciencia asequibles en beneficio del cultivo de esta planta. Los resultados de muchos experimentos de campo indican que los rendimientos pueden incrementarse varias veces cultivando razas mejoradas, mediante prácticas de cultivo adecuadas. Sin embargo, el haba ha recibido mucho menos atención en los trópicos que los cereales de grano, en términos de investigación, aunque es probable que esta situación se remedie pronto en vista del creciente interés que han despertado las leguminosas de grano.

#### Valor alimenticio

El haba es muy valiosa como fuente de proteína vegetal y reviste considerable importancia en la dieta de muchas personas en los trópicos y los subtropicos, donde complementa o "extiende" los recursos, a menudo limitados, de proteína animal. El haba promedia un 25% de proteína, 58% de carbohidratos, 1.5 a 2.0% de grasas y alrededor de 3% de minerales. La proteína es algo deficiente en los dos aminoácidos esenciales—metionina y cistina—, pero es relativamente rica en lisina, la cual suele ser deficiente en los cereales de grano. En vista de que los cereales están bien dotados de metionina y cistina, la combinación de alimentos de cereal con haba, o legumino-

<sup>1</sup> Editado por G. C. Hawtin, The arid Lands Agricultural Development Program (ALAD), Beirut, Líbano; D. A. Bond; Plant Breeding Institute, Maris Lane, Trumpington, Cambridge CB2 2LQ, Inglaterra; y Ali E. Kambal y M. O. Khidir, Faculty of Agriculture, Khartoum University, Shambat, Sudán.

<sup>2</sup> *Vicia faba* se divide con frecuencia en subespecies, limitándose algunos nombres comunes a alguna subespecie en particular.

## **Variedades**

Varias instituciones de investigación, incluyendo Karaj College en Irán, han reunido colecciones de tipos, razas y variedades regionales. Estas colecciones, junto con ciertas selecciones realizadas dentro de ellas, están siendo cultivadas por el Departamento de Agricultura de los E.U.A. en Puerto Rico. Las Estaciones de Investigación de Europa y Canadá cuentan con colecciones de los tipos y variedades que se adaptan a sus respectivos países. Aunque las limitadas colecciones reunidas hasta la fecha muestran una gran diversidad en cuanto a las características de la planta y la semilla, así como en lo que se refiere a rendimiento y adaptación, se piensa que el potencial completo de la especie es mucho mayor que el que han exhibido las colecciones actuales.

Las evaluaciones de campo a que han sido sometidas estas colecciones han mostrado incrementos de hasta 4 veces, en el rendimiento de grano de ciertos tipos, con respecto a otros de la misma región, empleando prácticas de cultivo comparables. Las líneas de mayor rendimiento promediaron 4,000 kg por hectárea en algunos ensayos, mientras que el rendimiento promedio es de 1,000 kg por hectárea, de lo cual resulta evidente que no se han explotado cabalmente los potenciales de rendimiento. Estas grandes diferencias de rendimiento pueden atribuirse, en parte, a las diferencias que presentan las distintas variedades en cuanto a sus resistencia a las enfermedades de las plantas.

## **Cultivo**

### **Rotación**

El haba no debe cultivarse a continuación de ningún tipo de frijol, en rotación, pero se adapta bien como antecesora o sucesora de un determinado cultivo de cereal de grano. Este tipo de rotación ayuda a controlar los nematodos y las enfermedades, facilita el control de malas hierbas y aporta una fuente de nitrógeno al cultivo de cereal.

### **Fertilización**

Los fertilizantes nitrogenados no se requieren, por lo común, para la producción del haba; sin embargo, algunas veces se aplican de 10 a 30 kilogramos de nitrógeno por hectárea como una ayuda de "iniciación". El haba ha demostrado que responde a los fertilizantes fosfata-

dos cuando éstos se colocan eficazmente en el suelo, aunque ha habido escasa respuesta cuando los mismos fertilizantes se esparcen a voleo o se mezclan con la superficie del suelo. El método más eficaz para proporcionar fosfato consiste en colocarlo en bandas, antes de la siembra, debajo de la hilera y aproximadamente a 7 cm de ella, lateralmente. El estiércol animal puede colocarse en forma similar. Un procedimiento efectivo consiste en colocar el fertilizante y/o el estiércol en un surco somero, cubierto con 5 cm de tierra, colocar la semilla, y después cubrirla con una capa de 3 a 5 cm de suelo. Esta colocación del fosfato evita su interacción con el suelo que lo vuelve inaprovechable, y asegura el rápido acceso del sistema radicular en desarrollo al mencionado fosfato. La potasa rara vez es deficiente en los suelos de las regiones con lluvia limitada y en aquellos que no han tenido una larga historia de cultivo, pero puede aplicarse junto con el fosfato si se presenta la necesidad.

El valor del estiércol parece guardar relación con la elevada disponibilidad del fosfato que contiene, pero no se ha investigado a fondo otros beneficios reales de su empleo. Como algunos suelos tropicales y subtropicales han demostrado ser deficientes en los vestigios de elementos (manganeso, hierro, cinc, cobre, boro y molibdeno), y en vista de que el estiércol animal contiene pequeñas cantidades de ellos en forma fácilmente asequible, la respuesta obtenida a la aplicación de estiércol puede atribuirse, en parte, a que las deficiencias de dichos vestigios de elementos quedan corregidas.

Las necesidades de fertilizante deberán determinarse a través de ensayos de campo bien diseñados. A falta de dichos ensayos, puede recurrirse a la aplicación de superfosfato en proporciones de 50 a 100 kg por hectárea de  $P_2O_5$ . Si la potasa es deficiente, puede aplicarse en proporciones tales que aporten de 25 a 50 kg por hectárea de  $K_2O$ . Los ensayos efectuados en las regiones templadas, sobre suelos que han sido cultivados durante muchos años, sugieren la posible necesidad de potasio.

### **Preparación de la tierra para la siembra**

La tierra debe prepararse para la siembra, procediendo a destruir toda la maleza presente, retirando o enterrando con el arado todos los desperdicios vegetales gruesos y deshaciendo los terrones duros que se hayan formado en el terreno. Antes de la siembra, el fertilizante debe colocarse debajo del nivel que ocupará la semilla.

## **Siembra**

No se recomienda la siembra a voleo. El cultivo debe sembrarse en hileras, distanciadas entre 75 y 100 cm, y en cantidad tal que se obtenga una planta por cada 15 a 25 cm de hilera. El espaciamiento más cerrado se prefiere para las variedades que crecen poco. Tal espaciamiento suele requerir entre 70 y 100 kg por hectárea, según el tamaño de la semilla de la variedad de que se trate. La profundidad de la siembra debe ser tal que la semilla se coloque en suelo húmedo, pero no a profundidades mayores de 5 cm, a fin de evitar la emergencia deficiente que se produce cuando se forman costras en el suelo después de las lluvias intensas y el rápido secamiento posterior. Si se va a emplear una aspersión de preemergencia que contenga simazin, la semilla debe enterrarse hasta una profundidad de 7 centímetros.

La semilla para la siembra debe recibir un tratamiento contra insectos cuando se lleva al almacén y nuevamente antes de la siembra, si se sospecha que contiene gorgojos. Es probable que los gorgojos que se alojan entre la semilla a granel, pero que no penetran el grano, sean *Sitona* spp., y que los que habitan en agujeros dentro del grano sean los del escarabajo *Bruchus*. La semilla adecuada debe tener una viabilidad del 80% o mayor. El tratamiento de la semilla con algún protector antes de la siembra debe restringirse cuidadosamente si la simiente se va a sembrar de inmediato, pues dichos tratamientos son venenosos para el hombre si la semilla está destinada a servir de alimento. Por supuesto, deben seguirse los reglamentos de cada país.

## **Control de las malas hierbas**

El control de la maleza es indispensable para obtener mayores rendimientos. Es importante eliminar las malas hierbas tempranamente, antes que lleguen a perjudicar con su competencia el sistema radicular del cultivo. Si el deshierbe manual, con azadón o por algún otro método de labranza no puede efectuarse a tiempo, podrán emplearse herbicidas que destruyan las malas hierbas sin perjuicios para el sistema radicular del haba. Se ha obtenido un buen control de la maleza empleando simazin como aspersión de preemergencia. Si se emplea esta sustancia química, la semilla debe estar cubierta con una capa de 7 cm de tierra, cuando menos, y no deberá tocarse en forma alguna después de la aspersión.

En muchas regiones, la hierba parásita oro-

banca o jopo (*Orobancha* spp.) Puede causar daños muy considerables y, en algunos países, como Egipto, constituye un factor de importancia primordial en la reducción de los rendimientos. No se han encontrado herbicidas totalmente eficaces hasta la fecha, aunque algunos ensayos han indicado que la sustancia química "eptam" puede constituir una útil medida de control. En tierras muy gravemente infestadas, puede haber necesidad de suspender la producción de haba durante varios años.

## **Control de las enfermedades**

Varias enfermedades provocadas por hongos pueden causar grandes perjuicios a los cultivos de haba de las regiones tropicales y subtropicales. Entre estas enfermedades se incluye la mancha de chocolate, geña o atabacado de las habas (*Botrytis fabae* y *Botrytis cinerea*), la roya del haba (*Uromyces fabae*), la mancha de la hoja, también conocida como tizón o antracnosis (*Ascochyta fabae*), el oidio, niebla o mal blanco (*Erusicum polygoni*), y las podredumbres de la raíz (*Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp.).

Las medidas de control más importantes son: (1) sembrar variedades resistentes a las enfermedades más comunes de la región, (2) sanidad del campo y (3) el uso de prácticas agronómicas adecuadas. La sanidad del campo, consiste en cosas tales como la rotación de cultivos, de modo que el haba no se cultive en la misma tierra durante años sucesivos, y la remoción de todos los residuos de la cosecha después de segar los granos. Estas medidas reducen el inóculo de la enfermedad para cuando se cultive la siguiente cosecha de haba. Las prácticas agronómicas que son importantes en el control de las enfermedades incluyen el empleo de anchas hileras para ayudar a prevenir la propagación de la enfermedad; una fecha de siembra que minimize la infección y el desarrollo de la enfermedad, y el mantenimiento de niveles adecuados de humedad en el suelo mediante el empleo de riego y drenaje. El control químico ha demostrado su eficacia en varios casos, por ejemplo: la mancha de chocolate puede controlarse empleando benomil o ditano M. 45 y la mancha de la hoja puede controlarse eficazmente con tratamientos de la semilla.

Además de las enfermedades causadas por hongos, el haba es susceptible a algunos virus, incluyendo el del mosaico del haba (BBMV), el virus del mosaico de amarilleo del frijol (BYMV), el virus del enrollamiento de la hoja del guisante (PLRV) y el virus del mosaico de

la alfalfa (AMV). Se ha encontrado poca resistencia a estos virus y la mejor medida de control consiste en emplear aspersiones o prácticas de cultivo encaminadas a reducir las poblaciones del pulgón que transmite las enfermedades.

#### *Control de las plagas de insectos*

El haba puede sufrir el ataque de varios insectos muy perniciosos. Entre ellos se incluyen pulgones o áfidos, trips o tripsos, gorgojos y gusanos cortadores. Siempre que sea posible, deben sembrarse variedades resistentes a los insectos locales importantes. La rotación de cultivos es muy valiosa, pero puede haber necesidad de combatir las infestaciones sirviéndose de insecticidas. El síntoma se presenta a menudo y puede combatirse con BHC, pero los daños que ocasiona rara vez justifican la aplicación. El *Aphis fabae* puede ser devastador y debe combatirse con aspersiones sistemáticas, o habrá que abatirlo con prontitud empleando demeton-S-metil (no dimetoato porque pone en peligro a las abejas). También puede alcanzarse un control lento, pero persistente, con menazón, mientras que si se usan gránulos de disulfotón o forato, se consigue un control preventivo y persistente. Todos los insecticidas deben aplicarse siguiendo las recomendaciones del fabricante. La oportunidad con que se proceda es importante y las aplicaciones deben hacerse, siempre que sea posible, cuando la maquinaria requerida ocasione daños mínimos al cultivo.

En cualquier programa de aspersiones, deberá protegerse a las abejas y, si ninguna se encuentra en el lugar, deberán ser introducidas al terreno, especialmente en lugares abiertos donde existen pocos sitios donde puedan anidar las abejas. Además de la ayuda que ofrecen al posarse en los pétalos de las flores, las abejas pueden ocasionar hasta el 30 ó 40% del cruzamiento externo que ayuda a mantener un grado de heterocigotos en la población. Aunque algunas variedades, en especial las de semilla pequeña, son más autofecundables que otras, las posibilidades de obtener una buena cosecha de semilla son mejores en presencia de insectos polinizadores, y el cultivo cuya fecundación es parcialmente cruzada debe producir mejores

rendimientos, en la siguiente generación, que el totalmente autofecundado.

Para mayor información sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro "Tropical Agriculture", de Wrigley (La lista de referencias está al final del capítulo 40.)

#### *Cosecha*

Las semillas de haba están totalmente formadas cuando las vainas empiezan a cambiar de color, pero dichas semillas deben secarse hasta alcanzar un 10% de humedad para que puedan almacenarse con seguridad. El secado en el campo, en la planta en pie, es el método más efectivo, a menos que la variedad tienda a perder semillas porque las vainas se abren al secarse. Empero, la mayoría de las variedades deben cosecharse cuando algunas vainas son negras y otras permanecen verdes, permitiendo que alcancen la madurez después de la siega.

#### *Trilla*

Las semillas del haba son grandes y las prácticas de trilla deben ajustarse para no agrietar ni partir la semilla. La trilla manual es común, pero las habas pueden desgranarse con máquina combinada, siempre que las piezas cóncavas se coloquen con bastante amplitud (según el tamaño de la semilla), la velocidad del tambor sea lenta (alrededor de 650 r.p.m.) y se utilice la corriente de aire total, velocidades rápidas hacia adelante y tamices de tamaño apropiado.

#### *Control de los insectos del almacén*

Como sucede con otras semillas de leguminosas, las habas pueden sufrir rápidamente daños graves en el almacén, a menos que se les aplique un tratamiento inmediato. El peligro de que se desaten infestaciones a partir de los insectos que se esconden en las estructuras o recipientes de almacenamiento vacíos puede evitarse tratando éstos con malatión u otro insecticida adecuado. El grano debe fumigarse al entrar en el almacén, para matar los insectos procedentes del campo. En caso de que se presenten infestaciones tardías, será necesario emplear fumigaciones adicionales.

## CAPITULO 16

### MONGO<sup>1</sup> (*Vigna radiata*)

(Anteriormente, *Phaseolus aureus*  
y *P. radiata*)

Otros nombres comunes: mungo, garbanzo de la India, garbanzo verde, mung, garbanzo dorado.

#### *Distribución y utilización*

El mungo se cultiva ampliamente en la mitad meridional de Asia, incluyendo la India, Birmania, Tailandia y las Filipinas. En menor grado, se le cultiva en muchos lugares de Africa y en la América Tropical. Se cultivan en Oklahoma, en la Unión Americana. El mungo se cultiva frecuentemente como alimento humano (por sus semillas secas y sus brotes tiernos), pero también puede usarse como abono verde (para mejorar el suelo), y como forraje para el ganado. Con frecuencia crece como cultivo secundario en rotación con arroz, algodón, trigo o maíz.

El mungo es rico en proteína —24%— y es útil en la dieta humana para complementar los cereales de grano y otros alimentos feculentos. La proteína es algo deficiente en dos aminoácidos—metionina y cistina—pero está bien abastecida de lisina y triptofano, en los cuales los cereales son deficientes. Los cereales son más ricos en metionina y cistenina, de modo que los dos cultivos se complementan mutuamente en términos de una dieta con contenido de aminoácidos balanceado. El mungo se usa como complemento de las escasas proteínas animales que se consumen en los trópicos y los subtropicos. El promedio del mungo es alto en carbohidratos (58%), por lo cual es un alimento nutritivo. Se digiere con facilidad y, se asegura, no produce flatulencia. Está bien abastecido de calcio y fósforo, así como de vitaminas, lo que aumenta su importancia en la dieta humana.

#### *Adaptación*

El mungo se adapta mejor a climas cálidos. La planta se cultiva a menudo en lugares de

lluvia limitada, porque aprovecha la humedad residual del perfil del suelo después de un cultivo de riego (arroz, algodón), o bien como cultivo principal en una región donde la temporada de lluvias sea corta. Cuando se cultiva en una temporada de lluvia prolongada, el desarrollo vegetativo tiende a ser excesivo, las plantas se pueden quebrar bajo vientos o lluvias de gran intensidad, y las semillas pueden germinar o enmohecerse dentro de sus vainas. El mungo responde a los cambios en la duración del período de luz diurna. Florece con rapidez cuando los días son cortos y bajo las más altas temperaturas de los trópicos pero la floración puede retratarse si hay largos períodos de luz y se cultiva a mayores latitudes. Las variedades difieren en cuanto a su respuesta a los períodos de luz (fotoperíodos).

El mungo se adapta a suelos medianamente profundos y fértiles. La profundidad del suelo es importante, desde el punto de vista de la humedad que puede almacenarse en el perfil del suelo. La fertilidad del suelo no incluye su potencialidad para suministrar nitrógeno, pues el mungo es una leguminosa, capaz de producir el nitrógeno que necesita, independientemente de las reservas del suelo o del nitrógeno fertilizante, siempre que se le proporcione el cultivo adecuado de *Rhizobium*. El mungo tiene un alto requerimiento de nutrimentos minerales (fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), y se producen mayores rendimientos y los suelos son capaces de satisfacer las necesidades del cultivo.

#### *Descripción*

El mungo pertenece a la familia de las leguminosas. Es una planta anual de estación cálida, con diferentes variedades cuya altura oscila entre 30 y 60 cm, y su hábito de crecimiento es erecto, pero extendido. Tiene hojas trifolia-

<sup>1</sup> Editado por J. M. Poehlman, Profesor de Agronomía, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Missouri, Columbia, Missouri 65201.

das parecidas a las del caupí, pero no lementes vellosas. Sus flores son amarillas y nacen en racimos, al extremo de pedúnculos de longitud variable; las vainas son claramente cilíndricas, con una longitud de 4 a 10 cm, de vellosas a lisas, y con 8 a 12 semillas cada una. La forma de las semillas puede ser entre redonda y cuadrada en los extremos y, generalmente, es más pequeña que la mayoría de las leguminosas alimenticias de grano—20,000 a 25,000 por kilogramo. El color de la semilla de los tipos y variedades más usuales es verde, pero también puede ser entre ocre y dorado. La germinación es epigénica, y los cotiledones y brotes se abren paso a través de la tierra hasta la superficie.

El mungo tiene una raíz principal relativamente bien ramificada y extensa, lo que le permite aprovechar la humedad del suelo hasta profundidades considerables. Su prestigio de ser resistente a la sequía se justifica, en parte, considerando su bien desarrollado sistema radicular y, en cierta medida, por el hecho de que algunas variedades tienen cortos períodos vitales (de apenas 45 días) que les permiten madurar antes que se agote la humedad del suelo.

#### **Variedades**

Existe una vasta colección de tipos y variedades, recopilada por el Departamento Agricultura de los E.U.A. en la Regional Plant Introduction Experiment, Georgia. La mayoría de estas plantas provienen del subcontinente Indio, pero recientemente se han agregado colecciones de Corea, Tailandia, las Filipinas y otros lugares. Las variedades y los tipos que se incluyen en las colecciones actuales muestran una gran diversidad en cuanto a tipos de planta y hábito de crecimiento, resistencia a las enfermedades y a las plagas de insectos, así como en potencial de rendimiento. La altura de las plantas de diferentes variedades oscila entre 30 y 60 cm, y el período vital entre 50 y 120 días, según los fotoperíodos y las temperaturas de los lugares donde se cultivan. Puede obtenerse una amplia variedad de rendimientos, a partir de las diferentes razas que se cultivan en la misma localidad y en la misma estación, con rendimientos máximos de 2,500 a 2,800 kg por hectárea, según se ha consignado bajo las condiciones ambientales más favorables.

El mungo se autopoliniza y sus selecciones conservan sus características hereditarias al reproducirse, exceptuando las mutaciones ocasionales o los híbridos naturales. Se ha efectuado muy escasa investigación sobre la

reproducción selectiva deliberada del mungo, en muchos de los países donde la planta se cultiva en forma habitual. Actualmente se encuentran en marcha programas de mejoramiento genético en Karaj, Irán, Ludiana (Punjab), Delhi y otros lugares de la India; en Los Baños, Filipinas, y en Stillwater, Oklahoma, E.U.A. Se ha iniciado un programa de mejoramiento genético extensivo en el Asian Vegetable Research and Development Center, Tainan, Taiwán (República de China).

El primer Vivero Internacional del Mungo se desarrolló en 1972. El Vivero es un esfuerzo coordinado de la Universidad de Missouri, Columbia, Missouri, E.U.A., y la USAID. La evaluación del potencial genético del mungo, los estudios de la sensibilidad al fotoperíodo en relación con la adaptación con las distintas variedades, y la investigación de otros problemas, también son objetivos que se persiguen en la Universidad de Missouri.

La multiplicación y distribución de variedades mejoradas deben llevarse a cabo con facilidad, y los agricultores pueden guardar su semilla sin temor a que se pierdan las buenas características hereditarias.

#### **Cultivo**

##### **Fertilización**

Por ser una leguminosa, el mungo no necesita generalmente fertilizantes nitrogenados. Sus necesidades de nitrógeno se satisfacen por la fijación de este elemento en los nódulos de la raíz de la planta, los cuales proporcionan todo el nitrógeno que el vegetal puede requerir. En los lugares donde se ha cultivado el mungo durante largo tiempo, las bacterias fijadoras del nitrógeno ya deben encontrarse en el suelo, por lo cual no hay necesidad de inocular artificialmente la tierra. En los lugares donde la planta no se había cultivado antes, la semilla debe inocularse antes de la siembra con un cultivo adecuado del organismo *Rhizobium*.

El mungo tienen necesidades relativamente altas de nutrimentos minerales. El rasgo significativo consiste en que los fertilizantes minerales deben colocarse en forma apropiada para que los nutrimentos queden realmente al alcance de las raíces del cultivo y no sean inactivados al interactuar con el suelo. Esto se logra colocando el fertilizante en el suelo, en franjas dispuestas debajo de la semilla. La aplicación a voleo de fertilizantes minerales y su mezcla con la tierra entera tiene pocas probabilidades de éxito porque el fosfato reacciona con el suelo, formando compuestos insolubles e inertes.

Un método práctico para colocar los fertilizantes minerales consiste en abrir un surco superficial, diseminar el fertilizante, como una banda, dentro del surco, cubrir éste con unos 5 cm de tierra, colocar encima la semilla, y cubrir ésta con 2 ó 3 cm de tierra adicional. Si se usa superfosfato ordinario, conviene tener presente que éste contiene calcio, magnesio y azufre, además de fósforo. Sin embargo, si se emplea superfosfato concentrado, recuérdese que éste contiene poco azufre, y que habrá que proporcionar este elemento por otros medios. Algunos suelos son también deficientes en potasio y, si éste es el caso, es conveniente agregar una mezcla de superfosfato y potasa. Si no se han realizado ensayos de campo para determinar las necesidades de fertilizante, se sugiere que se agregue fertilizante fosfatado para suministrar alrededor de 50 kg por hectárea de  $P_2O_5$ , además de fertilizante de potasa que suministre 25 kg por hectárea de  $K_2O$ . El pH debe ser aproximadamente neutral.

Hay pruebas limitadas, pero fuertemente sugerentes, de que muchos suelos tropicales y subtropicales son también deficientes en los "vestigios" de elementos: manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Mientras no se conozcan en forma más definitiva las deficiencias específicas del suelo en las diferentes áreas, puede ser útil adoptar la práctica de esparcir estiércoles animales junto con fertilizante fosfatado, como fuente de vestigios de elementos. El contenido de éstos en el estiércol es pequeño, pero puede bastar para que el cultivo responda al fertilizante mineral. La cantidad de estiércol que se necesita para una aplicación en bandas, con el superfosfato es muy modesta, lo cual permite aprovechar eficazmente las limitadas reservas de estiércol.

#### **Preparación de la tierra para la siembra**

Cuando sea factible, la tierra donde se vaya a sembrar mungo debe limpiarse de todo vegetal, eliminando o cubriendo los desperdicios y desmenuzando los terrones grandes. La idea es también proporcionar una tierra húmeda hasta bastante profundidad, empleando las prácticas que eviten la pérdida del agua de lluvia, y proporcionando el almacenamiento de humedad en el perfil del suelo.

#### **Siembra**

Se recomienda sembrar en hileras, distanciadas alrededor de 50 cm. La semilla debe colocarse de modo que se produzca una planta cada 4 a 5 cm de hilera. Como la semilla es

pequeña no debe sembrarse demasiado profunda, a fin de evitar el entorpecimiento del brote de la plántula que puede producirse cuando se forman costras en el suelo. La germinación y el desarrollo de la plántula se aceleran cuando la siembra se efectúa en suelo cálido y húmedo. (NOTA: No se hacen recomendaciones sobre tratamientos de la semilla antes de la siembra, pues éstos son tóxicos si los excedentes de semilla se destinan al consumo humano. El tratamiento de la semilla debe ajustarse a los reglamentos de cada país.)

#### **Control de las malas hierbas**

El mungo no es un fuerte competidor de la maleza y, por consiguiente, el control de las malas hierbas es importante. Estas deben eliminarse cuando aún son pequeñas, para evitar perjuicios al sistema radicular del mungo. El control de las malas hierbas arrancándolas, cortándolas con azadón o con el arado puede resultar perjudicial y reducir los rendimientos si la operación no se efectúa en forma temprana. Los herbicidas de preemergencia, como el cloramben y el trifluralin, pueden usarse para combatir las hierbas de hoja ancha y semilla pequeña y las de pastos. La aplicación de herbicidas en puntos aislados puede emplearse para matar la maleza que ha alcanzado un tamaño tal que el arrancamiento o el empleo del arado pudieran ser perjudiciales. Debe tenerse cuidado de no contaminar la planta del mungo con herbicida. Deben seguirse estrictamente las instrucciones para la aplicación de un herbicida específico, así como los reglamentos de cada país.

#### **Control de las enfermedades**

Las enfermedades más comunes del mungo son las virosis, mildew y mancha de la hoja *Cercospora*. Se cuenta con muy poca información sobre su dominancia y su control. La virosis más difundida del mungo parece ser la rizadura de la hoja. Puede identificarse por un enrollamiento o arrugamiento de la hoja, el achaparramiento de la planta, el aborto de las flores y una reducción del número y el tamaño de las vainas. El ámbito de los vectores y los huéspedes no es aún bien conocido. En Pakistán, la India y otros lugares, el virus del mosaico del amarilleo de la semilla es una enfermedad grave. Se ha informado que la difunde una especie de mosca blanca, *Bemisia tabaci*. La mancha de la hoja *Cercospora* produce una mancha parda en la hoja, a menudo con un puntito de color más claro en el centro. El mildew

deu produce un crecimiento de micelio blanco que cubre la superficie de la hoja.

No se dispone de medidas de control definitivas para las enfermedades del mungo. En la India, el daño que ocasiona el virus del mosaico del amarilleo de la semilla puede reducirse sembrando en las temporadas en que la población del vector es escasa. El daño que ocasionan las enfermedades puede minimizarse con prácticas de sanidad en el campo para reducir la cantidad de inóculo que puede infectar el cultivo. La sanidad del campo incluye una rotación de cultivos que no permite que el mungo se cultive en el mismo campo en años sucesivos, y la eliminación de los residuos vegetales después de la cosecha. Estos últimos constituyen un buen forraje para el ganado. Las variedades difieren en cuanto a su resistencia a estas enfermedades y, en último término pueden proporcionar el mejor control de la enfermedad. No se dispone actualmente de recomendaciones acerca de variedades de mungo resistentes a la enfermedad. Es probable que se hayan desarrollado variedades y prácticas locales que ayuden a evitar las graves pérdidas que ocasionan las enfermedades

#### *Control de las plagas de insectos*

Como en el caso de las enfermedades, no se conoce plenamente la información acerca de los insectos que perjudican la planta del mungo ni el control de los mismos. Algunas plagas de insectos que se reconocen por perjudicar el mungo son la mosca de los brotes, cicadelas, gusanos de las vainas, pulgones, enrolladores de hojas, cantáridas, chinches hediondas y gorgojos de la semilla. En el sureste de Asia, la mosca de los brotes parece ser el insecto más pernicioso. Deposita sus huevos sobre las plántulas, al nivel del suelo o cerca de él, y las larvas excavan el interior del tallo, transformándose en pupas dentro de la raíz. Este hábito alimenticio mata la plántula. El herbaje puede quedar reducido hasta en un 80 ó 90% a causa de esta plaga de insectos.

Entre las medidas de control se cuentan (1) sanidad del campo, (2) uso de insecticidas, (3) la siembra durante los meses en que la población del insecto es menor y (4) en el caso de la mosca de los brotes, sembrar en proporción excesiva y aclarar para dejar un herbaje normal cuando los daños ya han pasado. La sanidad del campo reduce el número de insectos cuando principia la temporada de crecimiento. El agricultor debe eliminar todos los residuos de la cosecha en cuanto el mungo ha sido segado, debiendo poner en práctica la rotación de

cultivos. A pesar de las medidas preventivas, algunos insectos pueden proliferar hasta convertirse en una amenaza. Estos deben ser atacados con prontitud, empleando los insecticidas apropiados que sean eficaces contra la especie de que se trate. El tratamiento temprano evita que el insecto llegue a ser una plaga económicamente destructiva. Los insecticidas sistémicos, como dimetoato o furadón, aplicados en el momento de la siembra, ayudan a controlar la mosca de los brotes. No se dispone de recomendaciones sobre variedades resistentes a insectos, aunque, como en el caso de las enfermedades, las variedades localmente productivas pueden poseer cierta resistencia a los insectos locales, y es posible que existan prácticas locales que logren reducir los daños al cultivo.

Para mayor información sobre *Protección de los Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro "Tropical Agriculture" de Wrigley, (lista de referencias al final del capítulo 40).

#### *Cosecha*

En la mayoría de los países tropicales, el mungo se cosecha manualmente. Generalmente, el mungo se recolecta en dos tandas, considerando que la floración es indeterminada y que las vainas pueden establecerse y madurar durante un período de varias semanas. En las tierras tropicales de riego, la floración puede darse por terminada y puede hacerse que las plantas maduren, interrumpiendo la irrigación. Después de la recolección, debe dejarse que las vainas maduren y sequen al sol, hasta que su contenido de humedad descienda a aproximadamente el 10%. Esto es indispensable para un almacenamiento seguro sin peligro de mohos. Algunas variedades tienden a desgranarse si se dejan en el campo después de la madurez, o bien las semillas pueden germinar dentro de la vaina en períodos lluviosos prolongados. En los E.U.A. el mungo se cosecha con una trilladora combinada.

#### *Trilla*

El mungo se trilla fácilmente el desgranado manual es efectivo, pero la máquina trilladora resulta práctica si se dispone de las unidades adecuadas y se introducen los ajustes apropiados, en la máquina, para evitar que las semillas se agrieten o se partan.

#### *Control de las plagas de insectos en el almacén*

Todos los granos y semillas requieren tratamiento en los climas cálidos a fin de prote-

gerlos contra los graves daños y pérdidas que ocasionan los insectos. Todos los locales y recipientes de almacenamiento vacíos deben ser tratados con malatión o algún otro insecticida igualmente eficaz a fin de destruir los insectos que pudieran alojarse en ellos, antes de llenarlos con el producto agrícola. Sin embargo, las semillas deben fumigarse antes de su colocación en el almacén a fin de matar los insectos procedentes del campo. Las semillas almace-

nadas deben inspeccionarse periódicamente a fin de detectar cualquier infestación subsecuente y, si ésta se produce, aplicar con prontitud el tratamiento. Para mayores detalles sobre fumigación, véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre control de las plagas de insectos en el almacén. En temporadas calurosas y secar, la semilla traillada puede esparcirse bajo el sol a fin de reducir las infestaciones de insectos.

## **FRIJOL DE URD**

*(Vigna mungo)*

Otros nombres comunes: garbanzo negro, pirol vellosa, mash, urid

El frijol de urd es un pariente cercano del mongo y se le asemeja en cuanto a características de la planta, cultivo y utilización. Sus flores suelen ser de un amarillo más profundo que las del mongo. Su semilla es generalmente más pequeña que la del mongo y, normalmente, su color es negro y ostenta un hílum cóncavo blanco realzado. Las vainas son más cortas y vellosas, y se mantienen erectas, en contraste con el hábito colgante de las vainas del mongo.

Las prácticas de cultivo, en general, no difieren de las que se emplean con el mongo. La producción del frijol de urd no es tan extensiva como la del mongo. Se han desarrollado variedades específicas y se cultivan en la India y en otros países. Como en el caso del mongo, es escasa la información acerca de las enfermedades y las plagas de insectos, así como de las medidas de control correspondientes.

## CAPITULO 17

### ARVEJA<sup>1</sup> (*Cajanus cajan*)

Otros nombre comunes: Gandul, grinchoncho, timbotillo, falso café, cascabelito, catján, chícharo de paloma, frijol del Congo, guisante de Angola, tur, arhar.

#### *Distribución geográfica*

La arveja se cultiva extensamente en los trópicos y los subtropicos, donde se le cosecha como grano o como verdura, y también como pienso para alimentar el ganado. Según informes, la principal producción en el mundo corresponde a la India y Birmania en el sur de Asia, Uganda y Malawi en Africa, y la República Dominicana, Venezuela y Puerto Rico en América Latina. La India produce casi el 91% de la producción mundial de arveja. El rendimiento de grano promedio por país varía desde apenas 310 kilogramos por hectárea para Birmania, hasta 1,130 kilogramos por hectárea en Puerto Rico. El promedio mundial es 670 kilogramos por hectárea. Sin embargo, se han registrado rendimientos de 3,000 a 4,000 kilogramos por hectárea, procedentes de campos específicos, en varias regiones.

El cultivo se maneja en muchas formas en diversas regiones: como planta de temporada larga (7-9 meses) y cultivo de mediana duración, de 5-6 meses, como planta anual de temporada cálida. Se cultiva la arveja sola o intercalada con sorgo, maíz, cacahuete, mijo o algodón; se cultiva como planta perenne de vida corta, con la sucesiva recolección a mano, iniciándose ésta aproximadamente a los 5 meses; o bien como cultivo terminal durante 3 ó 4 años antes que la tierra vuelva a ser utilizada para producir cosechas anuales.

Cuando se cultiva como planta perenne, las partes verdes se podan hasta una altura aproximada de 30 cm, después de la siega de la primera cosecha de vainas, aprovechándose el nuevo desarrollo vegetativo para obtener otra cosecha de vainas y grano. Empero, los rendimientos decrecen continuamente después de la primera cosecha y la práctica no es, por lo

regular, económica. La mejor forma de emplear la arveja consiste en producir una sola primera cosecha.

La arveja se cultiva ampliamente como alimento de subsistencia, y participa en los mercados domésticos y de exportación en los países antes mencionados. El cultivo parece ocupar un lugar único en la agricultura a causa de su resistencia a la sequía y por su valor como cultivo comercial cuando la producción excede las necesidades alimenticias de la familia.

#### *La arveja como alimento*

La composición de la arveja es similar a la de las demás leguminosas alimenticias de grano: proteína 22%, carbohidratos 60%, grasas 1.5%, materia mineral 3.5%. El contenido de calcio, fósforo y hierro es elevado, así como el de las vitaminas (exceptuando el ácido ascórbico). La arveja constituye un alimento rico en proteínas, que sirve para balancear el consumo extensivo de cereales y alimentos feculentos en las dietas humanas propias de los trópicos y los subtropicos. En comparación con los productos animales y el pescado, la arveja es deficiente en dos aminoácidos—metionina y cistina—, pero es mucho más rico en éstos que los cereales de grano y los cultivos feculentos. En la dieta de subsistencia, la arveja (y otras leguminosas alimenticias de grano) se consideran "extensiones" de las proteínas animales.

Cuando la arveja se cosecha verde (antes de madurar) para ser consumida como alimento, resulta fácil de cocinar y es muy digerible. La arveja seca puede tener una cáscara dura y su cocción es más lenta que muchas otras leguminosas alimenticias de grano, pero esto parece ser característica de algunas variedades, que guarda relación con las condiciones climáticas durante la maduración. Teniendo en cuenta la enorme diversidad de tipos de arveja (5,000 de ellos en recolecciones recientes) que están disponibles para realizar ensayos, es probable que se encuentren muchos tipos de cocción rápida.

<sup>1</sup> Editado por J. S. Kanwar y K. B. Singh, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Hyderabad 500016, A. P., India.

## **Adaptación**

### **Clima**

La arveja es una planta perenne de vida corta, con frecuencia crece como planta anual de temporada cálida, que es sumamente adaptable y prospera especialmente en las regiones subhúmedas y en las que tienen largas temporadas secas. Sin embargo, su característica de tolerancia a la sequía se expresa mejor cuando el suelo le permite enraizar en forma profunda y extensiva. Considerada como especie, la arveja florece y produce semillas en la temporada en que la duración de la luz diurna se va acortando; estos cambios en la longitud del día resultan más notables en los subtropicos a mayores latitudes. Empero, se conocen algunas variedades que son insensibles a la duración del día, y éstas son más útiles en todos los sistemas agrícolas tropicales. Las variedades fotosensitivas deben sembrarse aproximadamente 5 meses antes que la duración del período de luz diurna sea menos de 12 horas diarias, a fin de producir una cosecha de arvejas en 6 meses a partir de la siembra. De otro modo, el cultivo permanecen en estado vegetativo hasta que se presentan días más cortos. El cultivo es sensible a las heladas (en las mayores altitudes de los subtropicos).

### **Suelo**

Al parecer, la arveja se adapta a una gran variedad de suelos, pero prefiere los que son más propicios para el cultivo del maíz, el sorgo y el mijo. Los suelos húmedos son inadecuados, pero el cultivo tolera cierto grado de alcalinidad y salinidad, como el que se encuentra a menudo en las regiones poco lluviosas. Entre las leguminosas alimenticias de grano, parece tener mayor capacidad que las demás especies para satisfacer sus necesidades de minerales en suelos menos fértiles.

### **Descripción**

La arveja puede describirse como un arbusto muy ramoso, perenne y de corta vida, que puede cultivarse como planta anual, alcanzando una altura de 2 a 4 metros, según la variedad. Toda la planta es vellosa y cada una de sus hojas tiene 3 largas hojuelas; las flores nacen en racimos en las axilas de las hojas. El color de las flores puede ser amarillo o amarillo-rojizo. Las vainas tienen una longitud de 5 a 8 cm y contienen de 4 a 7 semillas cada una. Hay alrededor de 18,000 semillas por kilo-

gramo. Las semillas son redondas, con un borde aplanado, su diámetro es de aproximadamente 0.5 cm, suele ser de color castaño y tiene un punto blanco en la unión con la vaina.

El cultivo se autopoliniza en gran medida, pero se han consignado cruzamientos naturales en proporción de 5 a 20% en el campo. En consecuencia, hay una considerable variabilidad en cuanto al tipo de plantas y otras características, en la mayoría de las partidas de semilla. La producción de semilla que se maneja de modo que se conserve la pureza de la variedad o de la raza, requiere una cuidadosa detección de todos los "tipos inadecuados" en los campos de semilla, y el aislamiento de otros campos. Es probable que las razas mejoradas, en manos de los agricultores, pierdan rápidamente su identidad si se cultiva más de una variedad en una misma localidad. Es posible hallar ciertas ventajas dentro de la variabilidad que suele presentarse en las partidas de semilla sin seleccionar, pues éstas permiten continuar la selección para producir razas que parezcan tener mayor productividad en las condiciones locales.

### **Variedades**

En los trópicos y los subtropicos se cultivan muchas variedades. Estas pertenecen a dos grupos o divisiones principales: (1) el grupo de floración temprana amarilla, y (2) el grupo tardío bicolor (amarillo, castaño, rojo, morado). Sin embargo, la calidad de temprano o tardío puede relacionarse con casi cualquier otra combinación de tamaño de la planta, color de la flor, color de la semilla y productividad. En vista de la considerable cantidad de polinización natural cruzada, es fácil que se produzcan nuevas combinaciones de características mediante la selección de tipos adecuados, seguida de cultivo en campos aislados y remoción de todas las plantas indeseables antes de la floración. Cuando la selección se hace siguiendo el criterio de la posibilidad de la planta para producir altos rendimientos, resistencia a las plagas y características deseables en el grano, una parte de la semilla de las plantas seleccionadas puede ensayarse en el campo, y la semilla de las plantas que se desempeñen mejor puede luego sembrarse en campos para la reproducción de simiente. Es necesario continuar la selección durante varias generaciones de plantas, de poblaciones vegetales híbridas segregadas, para "fijar" la herencia de modo que la raza se reproduzca conservando sus características deseables.

Cuando menos 5,000 registros de arveja fue-

ron recolectados y cultivados originalmente en el Instituto de Investigación Agrícola de la India, abarcando una amplia gama de tipos, variedades y selecciones. Semejante colección brinda oportunidad de identificar razas que tengan los rasgos ecológicos específicos, las características deseables de planta y semilla, y el potencial de rendimiento apetecido. Si las variedades establecidas no satisfacen las necesidades locales, la vasta colección de estos registros ofrece un terreno fértil para que los buscadores puedan cultivar otros tipos de planta en ensayos de campo. El Instituto Internacional para la Investigación de Cultivos en los Trópicos Semiáridos, Hyderabad, es el centro mundial de la investigación de la arveja y cuenta con la mayor parte de la colección mundial de plasma germinal.

La capacidad de rendimiento de la arveja suele estar relacionada con su adaptación al clima y los suelos locales, y su resistencia a las plagas. Parece factible incrementar los rendimientos promedio actuales cuando menos hasta que se tripliquen, mediante el cultivo de razas adaptadas y el empleo de prácticas de cultivo adecuadas para la arveja.

### **Cultivo**

#### **Fertilización**

La arveja tiene el prestigio de ser adaptable a gran diversidad de condiciones del suelo, y de ser tolerante a la sequía. Su considerable adaptación al suelo ha sugerido la idea de que puede derivar los nutrientes vegetales necesarios a partir de nutrientes existentes en el suelo en formas relativamente menos disponibles, en contraste con muchos otros cultivos. Sin embargo, es probable que los sistemas radiculares, insólitamente profundos y extensivos, permitan que la arveja tenga acceso a minerales que no pueden alcanzarse con sistemas radiculares menos vastos, pero se ha observado que también responde a los fertilizantes.

Por ser leguminosa, la arveja no depende del suelo ni del fertilizante para satisfacer sus necesidades de nitrógeno bastante elevadas. El cultivo tiene un alto contenido de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Sin lugar a dudas, el aumento de la fertilidad natural del suelo en virtud de una fertilización racional, incrementa la capacidad de rendimiento de la planta, especialmente en los cultivos que se producen en lapsos de 5 a 6 meses. Los ensayos de campo acerca de las respuestas a los fertilizantes deben incluir su colocación en bandas debajo de la semilla para minimizar su inactivación al reaccionar con el suelo, y propor-

cionar a las plantas en desarrollo suministros tempranos y continuos de los fertilizantes minerales durante la temporada de crecimiento. Las pruebas de campo son la guía más digna de confianza en cuanto a los tratamientos con fertilizantes que pueden incrementar los rendimientos. Si no se dispone de tales resultados, se recomienda que en los primeros ensayos se aplique superfosfato ordinario en proporción que suministre 50 kilogramos de  $P_2O_5$  por hectárea, y el fertilizante de potasa que aporte 25 kilogramos de  $K_2O$  por hectárea. El superfosfato ordinario contiene también calcio, magnesio y azufre en cantidades suficientes. Empero, si se emplea superfosfato concentrado, conviene tener presente que éste no contiene azufre, el cual debe suministrarse por otros medios en muchos tipos de suelo.

Un método práctico para colocar el fertilizante a fin de satisfacer las necesidades del cultivo consiste en abrir un surco poco profundo, esparcir el fertilizante, cubrirlo luego con tierra hasta una profundidad de 5 a 8 cm, colocar encima la semilla y cubrirla con unos 3 cm de suelo. Si se mezcla el fertilizante mineral con la masa de tierra, o se aplica a voleo, con frecuencia no se acusa beneficio alguno debido a la rápida transformación en formas insolubles que son menos asequibles para las raíces de las plantas.

Hay una fuerte probabilidad de que muchos suelos tropicales y subtropicales sean deficientes en los micronutrientes que necesitan las leguminosas en muy pequeñas cantidades. Estos elementos son manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Hasta que se realicen investigaciones de campo para identificar los micronutrientes que pueden escasear (e impedir la respuesta a otros fertilizantes), el estiércol animal puede usarse para que proporcione pequeñas cantidades de los vestigios de elementos. Cuando se conozca el micronutriente específico deficiente, la sal que contenga dicho nutriente puede sembrarse a golpe junto con el fertilizante. Puede esparcirse estiércol con el superfosfato cuando éste se aplique a mano. Si el estiércol se va a aplicar por separado, puede colocarse en el fondo del surco abierto, debajo de la posición que va a ocupar la futura hilera de plantas. La aplicación de estiércol en bandas maximiza los beneficios nutricionales y conserva los limitados suministros que suelen estar disponibles.

#### **Preparación de la tierra para la siembra**

Si se va a intersembrar con maíz, sorgo o mijo, la preparación de la arveja para la siem-

bra debe alterarse únicamente para incluir la colocación apropiada del fertilizante y/o estiércol bajo la hilera de plantas. Todas las malas hierbas deben ser eliminadas, retirando o enterrando los desperdicios vegetales y deshaciendo los terrones grandes. En climas más secos, las prácticas tendientes a la conservación de la humedad deben seguirse fielmente para almacenar la mayor cantidad de agua de lluvia que sea posible en el perfil del suelo, antes de la siembra.

Si se intersembrar con cereales de estación más corta, como mijo perlado, sorgo, algodón, con arveja de temporada más larga, pueden producirse mayores rendimientos totales que si cualquiera de esas plantas se cultiva por sí sola, debido a que la utilización de la humedad del suelo es más completa en las combinaciones mencionadas. Empero, cuando no se alcancen rendimientos totales mayores, o mayor valor de los cultivos, mediante la intersembrar, se recomienda cultivar únicamente arveja empleando variedades que maduren en un lapso de 5 a 6 meses.

### **Siembra**

Para aprovechar cabalmente el suelo, el cultivo exclusivo de arveja debe incluir la siembra en hileras, distanciadas entre 50 y 100 cm, con un espaciamiento de semilla que produzca una planta por cada 20 ó 30 cm de hilera. Esto requiere, de ordinario, entre 15 y 25 kg de semilla por hectárea, según el tamaño de la semilla de la variedad que se siembre. La semilla debe sembrarse en suelo húmedo, a profundidades de 3 a 5 cm, para permitir una rápida emergencia. La siembra más profunda es inconveniente, especialmente en suelos que tiendan a formar costras después de las lluvias. (NOTA: No se hacen recomendaciones sobre el tratamiento de la semilla antes de la siembra pues tales tratamientos son tóxicos si la semilla excedente se destina al consumo humano; además, deben acatarse los reglamentos de cada país.)

### **Control de las malas hierbas**

La arveja tiene el prestigio de competir vigorosamente con la maleza, pero esto solo es válido cuando se trata de herbajes completos, después de que la arveja alcanza una altura de 1 m aproximadamente. En las primeras etapas del crecimiento, la maleza representa una seria competencia y retarda el desarrollo del cultivo. Por lo tanto, el control de las malas hierbas es esencial para obtener altos rendimientos en todas las situaciones, sobre todo cuando la

lluvia es limitada. La maleza debe eliminarse cuando es aún pequeña, a fin de conservar la humedad y los nutrimentos y minimizar los daños físicos que pudiera sufrir el sistema radicular de la arveja a causa del deshierbe o la arada.

### **Control de las enfermedades**

La arveja sufre el ataque de numerosas podredumbres de la raíz, así como de enfermedades de la hoja y el tallo. Las dos principales medidas preventivas que son eficaces para controlar dichas enfermedades son: (1) sembrar únicamente variedades o razas resistentes a la enfermedad y (2) practicar la sanidad en el campo. La sanidad del campo incluye cultivar arveja en rotación con otros cultivos, de modo que ésta nunca crezca en el mismo campo en años sucesivos. Además, conviene segar todo el follaje después de recolectar el grano, para alimentar al ganado o enterrarlo con el arado. Estos métodos reducen considerablemente la cantidad del inóculo de la enfermedad para cuando se siembre la siguiente cosecha de arveja.

### **Control de los insectos**

Igual que otras leguminosas, la arveja puede sufrir severos ataques de plagas de insectos. La severidad de estos ataques pueden minimizarse (1) si se siembran razas o variedades resistentes, y (2) si se practica la sanidad en el campo. Después de recolectar, conviene segar todo el follaje para alimentar al ganado, o bien cortarlo y enterrarlo con el arado para mejorar el suelo. Estas medidas reducen grandemente las poblaciones de insectos para la época de la siembra, sobre todo si los agricultores vecinos pueden ser inducidos a tomar medidas similares.

El barrenador de las vainas es una plaga muy grave que causa grandes perjuicios al cultivo. Cuando se producen infestaciones intensas, éstas deben tratarse con prontitud empleando insecticidas efectivos. El tratamiento expedito desde que la infestación se declara es el más eficaz. (Véase la nota al pie de la página.)

### **Cosecha**

Por ser una planta esencialmente perenne, la arveja no florece, produce simiente y madura

Nota: Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture" por Wrigley, (la Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

en una secuencia rápida. Pese a ello, algunas variedades y razas se aproximan a la meta deseable de la cosecha única. De ordinario, se requiere más de una recolección de las vainas maduras. En vista de que la recolección se realiza en operaciones sucesivas, es necesario que la cosecha se seque cuidadosamente en un piso duro (para no desperdiciar la semilla que se derrama de las vainas). El secado debe continuar hasta que el grano reduce su humedad hasta aproximadamente el 10%, de modo que se le pueda almacenar sin que se enmohezca. La cosecha temprana reduce la tendencia al endurecimiento que muestran las cáscaras de la semilla y que a veces dificulta la cocción.

### ***Trilla***

Las vainas bien secas pueden trillarse con facilidad, ya sea a mano o mediante una má-

quina trilladora debidamente ajustada para no partir ni agrietar la semilla.

### ***Protección contra los insectos en el almacén***

Los daños que ocasionan los insectos pueden ser graves a menos que se tomen medidas preventivas al almacenar la cosecha. Todas las estructuras y recipientes vacíos deben tratarse con malatión u otro insecticida efectivo para matar los insectos que en ellos se alojan, antes de colocar el grano. En cuanto la cosecha entra al almacén, debe fumigarse para matar todos los insectos que hayan sido acarreados en ella desde el campo. Posteriormente, deberán hacerse inspecciones periódicas para detectar cualquier infestación subsecuente y fumigar según se requiera. Para mayores detalles, véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre control de las plagas de insectos en el almacén.

## CAPITULO 18

### **GUISANTES (Incluyendo los de huerto y los de vaina comestible)**

*(Pisum sativum)*

Otros nombres comunes: Chícharo, tirabenque, capuchino, mollar, chaucha, flamenco, arveja, etc.

#### *Distribución geográfica*

El guisante suele cultivarse como planta anual de temporada fría. Se adaptan mejor al período invernal de los subtrópicos y a las mayores altitudes en los trópicos. Se siembra al principio de la temporada de lluvias en los trópicos, la cual es relativamente fría. El cultivo se originó probablemente en Etiopía, de donde se difundió en épocas prehistóricas hasta la región mediterránea, y de ahí al Asia y a las zonas templadas de todo el mundo.

La producción en los trópicos y los subtrópicos es más extensiva en la India y Birmania, en Etiopía, en los países que bordean el Lago Victoria en el este de Africa, en el Congo y Marruecos, y en Colombia, Ecuador y Perú en América del Sur. Los rendimientos promedio de grano para esos países fluctúan de 920 kilogramos por hectárea en las tierras altas de Etiopía y Perú, a 400 kilogramos por hectárea en algunos otros países. Empero, la planta tiene un potencial de rendimiento, bajo clima y cultivo favorables, cuando menos del triple o del cuádruple de los rendimientos promedio consignados. Fuera de los países de la zona templada, el cultivo ha recibido muy escasa atención en lo que se refiere a la producción de variedades mejoradas por selección.

#### *Utilización*

En la región del Mediterráneo y en las que se extienden a través del Cercano Oriente hasta la China Continental, la planta suele cultivarse en el invierno. En vista de que el guisante tolera ligeras heladas, es adecuado para mayores ele-

vaciones en los subtrópicos, y se usa como cultivo de invierno en los sistemas agrícolas. Cuando la lluvia se limita al período frío, el guisante puede representar un cultivo principal. También prospera con éxito, bajo riego, en temporadas frías.

#### *El guisante como alimento*

El guisante seco constituye un alimento primordial en los mercados de los trópicos y los subtrópicos; se vende ya sea como grano entero o como guisante partido. La composición promedio es similar a las de otras leguminosas alimenticias de grano: proteína 25%, carbohidratos 59-60%, grasas 1.0% y minerales 3 a 3.5%. Es un alimento rico en proteínas, aunque en contraste con las proteínas animales, las suyas son algo deficientes en dos aminoácidos: metionina y cistina. Los guisantes son un valioso complemento de los cereales y de otras comidas feculentas en la dieta humana, gracias a su elevado contenido de lisina y triptofano, en los cuales los cereales son deficientes. El guisante puede emplearse como "extensión" de las proteínas animales que suelen escasear en la dieta de los habitantes de los trópicos y los subtrópicos. El guisante es también rico en calcio, fósforo y hierro, así como en vitaminas, exceptuando el ácido ascórbico o vitamina C, que puede obtenerse haciendo germinar la semilla. El guisante no solo goza de amplia aceptación como alimento nutritivo, sino que también constituye un cultivo comercial de alto valor para el agricultor que logra producir más de lo que se requiere para la subsistencia de su familia.

#### *Adaptación Clima*

El guisante se adapta mejor a los climas fríos con lluvia moderada. Resiste las heladas lige-

<sup>1</sup> Editado por F. J. Muehlbauer, Genetista Investigador, Western Region, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, en colaboración con la Washington State University, Pullman, Washington 99163 y James M. Schalk, Entomólogo Investigador, Vegetable Laboratory, Northeastern Region, Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland 20705.

ras sin perjuicio. El guisante se cultiva en el período invernal de las zonas subtropicales, o en la temporada más fría de los verdaderos trópicos, la cual se inicia cuando comienza la estación de lluvias. Sin embargo, el cultivo es más importante a mayores altitudes en los verdaderos trópicos, como lo demuestra su producción en los países andinos de América del Sur, en el este de África y en la República del Congo. El guisante puede prosperar en temporadas de lluvia limitada si el perfil del suelo está húmedo. En tales lugares, la planta produce grano a expensas, en gran parte, de esa humedad almacenada.

### **Suelo**

El guisante prefiere los suelos que no son fuertemente ácidos y cuyo abastecimiento de calcio es entre moderado y abundante. Los suelos que se derivan de piedra caliza son adecuados para el guisante. La planta no se adapta bien en los suelos altamente lixiviados que abundan en las áreas lluviosas de los trópicos y los subtrópicos. Aunque no se considera al guisante como una planta de raíz profunda, no tolera los suelos superficiales ni los que están mal drenados.

Por ser un cultivo rico en minerales, el guisante tiene altas necesidades de los principales nutrimentos minerales: fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Estos nutrimentos no suelen encontrarse naturalmente, en cantidades adecuadas, en muchos suelos y deben proporcionarse como fertilizantes en las cantidades necesarias para compensar las deficiencias del suelo. Los problemas de suministrar fertilizantes minerales en las formas apropiadas para que el guisante pueda utilizarlos es menos complicado en los suelos antes descritos, que en los suelos altamente lixiviados propios de las áreas lluviosas.

### **Descripción**

Los guisantes de huerto y los adecuados para enlatarse son distintos tipos que pertenecen a la especie conocida como guisante de campo. El guisante pertenece a la familia de las leguminosas y sus raíces noduladas proporcionan nitrógeno en formas adecuadas para la planta, independientemente del contenido de nitrógeno del suelo y de los fertilizantes nitrogenados. El guisante es una planta anual, con hábitos trepadores o semi-arbustivos en su crecimiento, y alcanza alturas de 1 a 2 metros (según la variedad), siendo toda la planta lisa con racimos de flores blancuzcas en toda su exten-

sión. Ramifica escasamente o nada y la ocupación total de la tierra depende de la densidad de la siembra. Las hojas son pinnadas, con varios pares de hojuelas y un zarcillo terminal ramificado. Las flores son grandes, amariposadas, y su color puede ser blanco, rosado o morado. La semilla del guisante de campo es redonda y lisa, pero los de huerto suelen tenerla arrugada, lo que se debe a la presencia de azúcares como alimento almacenado (versus el almidón del guisante redondo), las cuales se contraen al secarse. El color de la cáscara de la semilla varía de verde a amarillo o pardo, mientras que los cotiledones pueden ser verdes o amarillos. El guisante partido, al cual se le ha quitado la cáscara, es amarillo o verde. Las vainas de la semilla son turgentes y contienen de 2 a 10 semillas, según la variedad. La germinación de la semilla es hipogénica, es decir, los cotiledones permanecen en el suelo y sólo el brote penetra a través de la tierra que lo cubre.

La semilla entera de algunas variedades, y ocasionalmente la de todas, puede ser resistente a la absorción de agua durante la cocción; esto se debe a la dureza de las cáscaras y se elimina cuando el guisante se procesa como semilla partida para la alimentación.

Los guisantes del tipo *P. sativum* tienden a ramificar muy poco; sin embargo, las raíces profundizan bastante en los suelos adecuados. Cuando la plantación es densa, las raíces ocupan totalmente el perfil del suelo, pero la ocupación no es completa con herbajes escasos. Esta característica del sistema radicular debe tomarse en cuenta cuando se desarrollan prácticas de cultivo mejoradas.

### **Variedades**

Las flores del guisante se autopolinizan normalmente. Cuando se sospecha la existencia de cruzamiento natural, se trata de una infestación conjunta de trips u otros insectos que provocan dicha polinización cruzada. Hay muchos tipos y razas regionales de guisante en recolecciones efectuadas en los países tropicales y subtropicales. El Instituto para la Investigación Agrícola de la India cuenta con varios centenares de estas muestras. La mayoría de las variedades conocidas han sido producidas por fitotécnicos de Europa y América del Norte. Algunas de estas variedades de las zonas templadas han resultado útiles en los trópicos y los subtrópicos, pero esto es un hecho fortuito pues la evaluación y la selección se han basado en condiciones ambientales propias de las regiones templadas. La búsqueda y recolección diligente de muestras de semilla proce-

dentos de todos los países que son productores importantes de guisante en los trópicos y los subtrópicos, conduciría indudablemente a la identificación de tipos o selecciones dotadas de buena capacidad de adaptación a condiciones particulares de clima y de suelo, resistencia a las plagas, buena capacidad de rendimiento, y características deseables de planta y semilla.

La evaluación local de los tipos y variedades disponibles debe emprenderse, sirviéndose de las prácticas de cultivo que se han diseñado para incrementar los rendimientos. La evaluación ininterrumpida de las nuevas recolecciones debe ayudar a encontrar tipos aún mejores, así como a la hibridación de las plantas más deseables a fin de producir nuevas combinaciones.

La multiplicación y la distribución de semilla pura de variedades mejoradas debe ser sencilla, sin que requieran más cuidados que la eliminación de los tipos inadecuados en los campos de semilla. Los granjeros pueden guardar su semilla sin grave riesgo de que ésta pierda sus buenas características hereditarias. La confirmación de la identidad de una raza específica es imprescindible para evitar la adulteración por mezclas físicas de semilla a causa de un manejo descuidado.

### **Cultivo**

#### **Fertilización**

Por ser leguminosa, los guisantes no responden a los fertilizantes nitrogenados, cuando sus raíces están bien provistas de nódulos que contengan bacterias fijadoras del nitrógeno. Sin embargo, el guisante tiene un alto contenido de otros elementos minerales y cualesquiera deficiencias en dichos elementos deben corregirse mediante la fertilización apropiada para producir altos rendimientos. Los principales elementos minerales que se requieren son fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Cuando se emplea superfosfato ordinario como fuente de fósforo, las cantidades necesarias de calcio, magnesio y azufre se proporcionan automáticamente junto con el superfosfato. Pero cuando se emplea superfosfato concentrado, no se proporciona azufre, el cual debe aportarse por otros medios.

Los fertilizantes fosfatados deben colocarse en forma apropiada, inmediatamente debajo de la semilla, para que permanezcan en forma disponible para la planta. Si se coloca el superfosfato en bandas se minimiza la inactivación. Un método práctico de colocar el superfosfato consiste en abrir un surco superficial, esparcir el fertilizante, cubrirlo luego con una capa de 5

a 8 cm de tierra, colocar encima la semilla y finalmente cubrir ésta con otra capa de 3 a 5 cm de suelo.

Donde no se hayan realizado ensayos de campo empleando la colocación adecuada del fertilizante a fin de determinar las cantidades que se requieren, podemos sugerir que se aplique el fertilizante inicialmente en una proporción tal que aporte aproximadamente 50 kg de  $P_2O_5$  por hectárea. En suelos deficientes en potasa para balancear el fosfato, puede emplearse fertilizante de potasa en una proporción de 25 kg de  $K_2O$  por hectárea. Algunos suelos pueden requerir cantidades aún mayores.

Hay muchas probabilidades de que muchos suelos tropicales y subtropicales sean deficientes también en uno o más de los "vestigios" de elementos que sólo se necesitan en pequeñas cantidades. Estos son manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Mientras no se descubran las deficiencias específicas, en materia de vestigios de elementos, para los distintos tipos de suelo, puede ser útil aplicar estiércol animal, el cual suele contener pequeñas cantidades de dichos elementos. Para conservar los reducidos suministros de estiércol y obtener máximos resultados, se sugiere que éste se coloque en el fondo de surcos superficiales, junto con superfosfato. Si esto no resulta práctico, el estiércol puede colocarse en el fondo del surco, durante la arada, lo más cerca posible del lugar donde se encontrará la hilera del cultivo. Las deficiencias graves de cualquier vestigio de elemento pueden anular la respuesta al superfosfato y a la potasa que, de lo contrario, aumentan considerablemente los rendimientos.

#### **Preparación de la tierra para la siembra**

La tierra donde se siembre debe estar libre de maleza en crecimiento, todos los desperdicios vegetales deben ser eliminados o volteados con el arado, y los terrones grandes deben desmenuzarse. El campo debe haber sido manejado de modo que se conserve la humedad de la lluvia, reduciendo las pérdidas por desagüe y almacenando la humedad en el perfil del suelo. Si la preparación precede a las lluvias, la superficie del suelo debe dejarse bastante áspera para facilitar la rápida penetración de la lluvia, cuando ésta se produzca, y retardar el desagüe.

#### **Siembra**

Considerando que ni la parte aérea ni las raíces del guisante son muy ramosas, la ocupa-

ción total del terreno depende de una cantidad de siembra suficiente para aprovechar cabalmente el suelo y la luz del sol. Las hileras deben espaciarse lo más cercanamente que sea posible para manejar el cultivo, aproximadamente con 60 cm de separación, y habrá que emplear suficiente semilla para que se produzca una planta cada 5 cm de hilera. Dependiendo del tamaño de la semilla, según la variedad, la densidad de siembra requerirá de 80 a 100 kg de semilla por hectárea para variedades de semilla pequeña, hasta 140 ó 160 kg por hectárea para los tipos de semilla más grande.

La semilla debe someterse a tratamiento antes de la siembra si se quiere obtener un buen herbaje. La viabilidad de la semilla debe ser 80% o mayor y no habrá de sembrarse a más de 5 cm de profundidad, para facilitar la emergencia de los brotes, sobre todo si la tierra tiende a formar costras bajo la sucesión de las lluvias y los períodos de secado.

#### *Control de las malas hierbas*

Las malas hierbas que perjudican al guisante son plantas anuales similares, de temporada fría, y algunas plantas perennes de temporada fría. La competencia de la maleza puede reducir considerablemente los rendimientos, aunque si los fertilizantes y el estiércol se colocan en franjas, y si no se emplean fertilizantes nitrogenados, puede evitarse el fomento indebido de las malas hierbas entre las hileras de guisantes. La maleza debe eliminarse cuando es aún tierna, antes que represente una competencia significativa para el guisante, en su absorción de humedad y nutrimentos. Si no se puede eliminar la maleza tierna mediante el arrancamiento manual o el empleo de azadón, puede ser preciso servirse de un herbicida selectivo que elimine la especie de mala hierba en cuestión sin perjudicar al guisante. En virtud de que el guisante no tiene sistemas radiculares robustos, cualquier perjuicio que se le ocasione durante el deshierbe manual o con azadón, reduce considerablemente el rendimiento.

#### *Control de las enfermedades*

Muchas enfermedades causadas por bacterias, hongos, virus y nematodos afectan las hojas, tallos, vainas, semillas y raíces del guisante que se cultiva en los trópicos y los subtrópicos, lo que da por resultado menores rendimientos y semilla de calidad inferior. Los agentes patógenos del guisante son transmitidos por varios medios, incluyendo el viento,

los insectos, el agua de desagüe, los desperdicios vegetales y la semilla.

Si se siembran guisantes año con año en la misma tierra, y si ésta tiene antecedentes de enfermedades transmitidas por el suelo, es probable que se incremente la multiplicación de algunos de esos patógenos en el suelo y que, a menos que se practique la rotación de cultivos, de preferencia en conjunción con una labranza profunda de los desperdicios de la cosecha que permanecen en la superficie del suelo, los rendimientos pueden ser reducidos en cada cosecha de guisantes sucesiva hasta que el cultivo del guisante en esa tierra deje de ser lucrativo. El control de algunas enfermedades del guisante transmitidas por el suelo, como la marchitez por fusarium y la podredumbre de la raíz, que sobreviven muchos años en el suelo, sólo es factible si se cultivan variedades de guisantes resistentes. Siempre que se cultivan guisantes, es muy importante que se planten semillas libres de enfermedades pues algunos patógenos de esta planta son transmitidos por la semilla.

En las regiones templadas se ha llevado a cabo la mayor parte de la investigación acerca del control de las enfermedades del guisante mediante resistencia de la planta, sustancias químicas y prácticas de cultivo. Aunque algunas de estas medidas de control se pueden emplear con éxito en los trópicos y los subtrópicos, gran parte de la investigación sobre el control de las enfermedades del guisante en muchas áreas tendrá que efectuarse en forma local.

No se hacen recomendaciones para el tratamiento de la semilla antes de la siembra pues éstos tratamientos deben ajustarse a los reglamentos de cada país. El tratamiento de la semilla es muy importante para el control de los patógenos que se alojan en su superficie y en el suelo. Algunas veces, la única forma de asegurar un buen herbaje de plántulas de guisante consiste en tratar la semilla con alguna sustancia química. Empero, la semilla tratada nunca debe emplearse como alimento del hombre ni del ganado.

#### *Control de las plagas de insectos*

El agricultor puede recurrir a dos medidas preventivas contra las plagas de insectos sin incurrir en grandes gastos, y dispone de una medida de protección después de que la infestación se desata. Las medidas preventivas son: (1) plantar variedades resistentes y (2) practicar la sanidad en el campo. Hasta ahora se ha realizado poco trabajo de mejoramiento en la

selección de variedades resistentes a las plagas de insectos, aunque este medio de control es muy prometedor en la lucha contra algunas plagas. La elección del momento oportuno debe ser más importante que el tratamiento temprano para el control de algunos insectos. El gorgojo de la hoja, por ejemplo, puede requerir un segundo tratamiento si se le combate demasiado temprano. Lo mismo puede decirse del gorgojo del guisante. Los pulgones o áfidos deben tratarse en forma temprana para evitar infecciones de virus.

La sanidad del campo debe incluir también el no cultivar guisante cerca de cultivos y maleza que puedan contener insectos o enfermedades que se puedan propagar a las legumbres. En Irán, por ejemplo, el virus del enrollamiento de la hoja se guisante causa pérdidas en el rendimiento de los cultivos de hortalizas, especialmente cuando éstas se cultivan cerca de un huésped importante del patógeno, como la alfalfa. Este virus es llevado desde la alfalfa hasta las legumbres por medio de los pulgones.

Cuando se desatan infestaciones de insectos perjudiciales, puede ser necesario actuar con rapidez para aplicar insecticidas efectivos contra el insecto de que se trate, antes que el daño llegue a ser grave. El tratamiento precoz es de vital importancia cuando el control resulta indispensable. (Véase la nota al pie de la página.)

### **Cosecha**

En las regiones más secas, el guisante puede dejarse en el campo para que la semilla seque

**Nota:** Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture", de Wrigley, (la Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

completamente antes de la cosecha. El contenido de humedad debe reducirse a 10% aproximadamente para que el almacenamiento no ofrezca peligro de enmohecimiento. La cosecha debe efectuarse con prontitud, una vez que el grano esté seco, para evitar el deterioro del guisante que se destina a servir de simiente.

### **Trilla**

La trilla puede hacerse a mano con las máquinas trilladoras tradicionales ajustadas para evitar que la semilla se agriete o se parta.

### **Protección contra los insectos en el almacén**

El daño que causan los insectos al grano almacenado suele iniciarse en el campo y se puede propagar con rapidez en el almacén. Estas pérdidas pueden evitarse. Todas las estructuras y recipientes de almacenamiento deben tratarse con malatión u otro insecticida eficaz antes de colocar en ellos la cosecha. Sin embargo, los insecticidas venenosos *no* se deben aplicar al guisante. La fumigación no aporta protección residual. Esta protección es posible si se aplica polvo de malatión al 1% a la semilla almacenada. En virtud de la escasa toxicidad del malatión hacia los mamíferos, su empleo para proteger la semilla almacenada se recomienda en las naciones en desarrollo, pues ofrece poco riesgo para el ser humano y para el ganado.

La cosecha de guisantes debe fumigarse antes de llevarse al almacén, para matar gorgojos, cresas y otras plagas procedentes del campo. La cosecha almacenada debe inspeccionarse periódicamente y deberá fumigarse de nuevo cuando se detecten nuevas infestaciones. Para mayores detalles sobre fumigación, véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre control de los insectos en el almacén.

## CAPITULO 19

### LEGUMINOSAS ALIMENTICIAS SECUNDARIAS<sup>1</sup>

Todas las leguminosas alimenticias de grano que mencionamos en este capítulo son comestibles y constituyen cultivos importantes en ciertas regiones. En general, no se cultivan tan ampliamente como las leguminosas alimenticias de grano principales que se han mencionado en capítulos anteriores, pero tienen particular valor por ser ricas en proteínas y, en consecuencia, en algunos lugares del mundo tienen importante valor nutricional como extensiones de las proteínas animales (carne, leche, huevos y pescado) que pueden ser escasas y costosas.

Los cultivos de este capítulo fueron clasificados por el doctor K. O. Rachie<sup>1</sup> en función de sus requerimientos de lluvia. El nos advierte, sin embargo, que al hacer distinciones tan finas en materia de requerimientos, se produce indudablemente un grado considerable de superposición entre las distintas regiones. Gran parte de la información que contiene este capítulo se debe al doctor Rachie.

En las páginas siguientes, se discutirán los distintos cultivos en el orden siguiente:

<i>Nombres botánicos</i>	<i>Nombres comunes</i>
<b>Regiones semiáridas (menos de 500-600 mm de precipitación pluvial al año):</b>	
<i>Cyamopsis tetragonolobus</i> ( <i>C. psoraliodes</i> )	frijol de racimo, guar
<i>Kerstingiella geocarpa</i>	chufa de Kersting
<i>Phaseolus acutifolius</i> var. <i>latifolius</i>	frijol. frijol bayo o de hojas agudas
<i>Vigna acontifolia</i> ( <i>Phaseolus acontifolia</i> )	frijol makusta o mat
<i>Voandzeia subterranea</i>	cacahuete de bambara o nuez de Madagascar
<i>Lathyrus sativus</i>	guisante herboso, algarrobilla, khessari, garbanzuelo, guisante de olor, etc.
<b>Regiones semiáridas a subhúmedas (600-900 mm de precipitación pluvial al año):</b>	
<i>Lablab niger</i> ( <i>Dolichos lablab</i> )	frijol jacinto, lablab, bonavista
<i>Macrotyloma uniflorum</i> ( <i>Dolichos biflorus</i> )	garbanzo de la India
<i>Parkia</i> spp.	algarroba africana

<sup>1</sup> Editado por K. O. Rachie, Jefe, Grain Legume Improvement Program, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadán, Nigeria.

**Regiones subhúmedas (900-1200 mm de precipitación pluvial al año):**

<i>Canavalia ensiformis</i>	haba panosa o caballuna
<i>C. gladiata</i>	frijol ensiforme
<i>Vigna angularis</i>	frijol adzuki
<i>Vigna umbellata</i> ( <i>V. calcaratus</i> , <i>Phaseolus calcaratus</i> )	frijol arrocero

**Regiones húmedas y muy húmedas (más de 1200 mm de precipitación pluvial al año):**

<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilis</i>	frijol terciopelo
<i>Mucuna sloanet</i>	frijol ojo de caballo
<i>Pachyrrhizus erosus</i> ( <i>P. tuberosus</i> , <i>Dolichos bulbosus</i> )	frijol ñame mexicano, frijol patata o frijol mandioca
<i>Phaseolus lunatus</i>	frijol de lima
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	frijol alado
<i>Sphenostylis stenocarpa</i>	frijol ñame africano

**Leguminosas anuales de invierno o de clima frío:**

<i>Lathyrus sativus</i>	guisante herboso, algarrobilla, Khessari o veza garbanzuelo
<i>Lupinus albus</i>	altramuz blanco, altramuz dulce
<i>Lupinus angustifolius</i>	forma "dulce" del altramuz azul
<i>Lupinus luteus</i>	forma "dulce" del altramuz amarillo
<i>Vicia</i> spp.	veza (de varias clases)

La susceptibilidad a la enfermedad y las pérdidas causadas por insectos se clasifican como muy bajas en muchas de estas especies. Con frecuencia esto puede cambiar con rapidez cuando se incrementan o se concentran las áreas dedicadas a estos cultivos. Los rendimientos promedio por hectárea se pueden esperar con seguridad bajo condiciones de cultivo normales en las regiones donde esta planta se cultiva con regularidad. Los promedios varían en los distintos países y dentro de las diferentes regiones, y los rendimientos máximos pueden excederse, si bien éstos no deberán emplearse para calcular los rendimientos esperados, sobre todo en los lugares recientemente dedicados al cultivo de estas plantas.

**Regiones semáridas con menos de 500 a 600mm de precipitación pluvial al año**

*Cyamopsis tetragonolobus*, frijol de racimo, guar, es una planta arbustiva, herbácea anual vigorosa que crece en un lapso de 90 a 120 días en los trópicos y los subtropicos, sobre todo en la India. Prospera bien en suelos aluviales/arenosos y prefiere las temperaturas elevadas. Los rendimientos de la semilla seca promedian de 400 a 600 kilogramos por hectárea y pueden llegar hasta 1,600 kilogramos. Las vainas verdes se usan como legumbre. El cultivo también se destina a abono verde, cosecha forrajera y como producto industrial por el mucilago que se extrae de la semilla. Es poco susceptible a

las plagas y a las enfermedades, especialmente en climas más secos.

*Kerstingiella geocarpa*, chufa de Kersting, es una pequeña planta anual de fructificación subterránea que se cultiva en África. Es similar al cacahuete bambara en tamaño, hábito de crecimiento, duración de su desarrollo, preferencias/tolerancias al suelo y al clima, y en su poca susceptibilidad a plagas y enfermedades; pero constituye un cultivo mucho menos importante que el del cacahuete bambara. Prospera bien en suelos secos, pobres y arenosos, y requiere altas temperaturas y mucho sol. El rendimiento de semilla seca promedia alrededor de 500 kilogramos por hectárea. Tanto la semilla inmadura como la madura se emplean como hortalizas.

*Phaseolus acutifolius* var. *latifolius*, frijol bayo, es una planta anual originaria del noroeste de México y el suroeste de E.U.A.; madura en un lapso de 60 a 90 días y también se cultiva, en menor proporción, en la India y Birmania. Es suberecta, herbácea, arbustiva o yacente, que alcanza una talla de 25 cm. Prospera en suelos secos y no tolera el anegamiento. Tiene mediana susceptibilidad hacia las plagas y enfermedades y produce un máximo de 1,500 kilogramos por hectárea de semilla seca. Cuando se usa como hortaliza, promedia de 400 a 700 kilogramos por hectárea. Como forrajera, produce de 5 a 10 toneladas de heno seco.

*Vigna acoutifolia*, makusta o frijol mat, es una planta anual que alcanza la madurez en un período de 65 a 90 días en la India y Birmania. Es una planta delgada, trepadora, vellosa, herbácea y de 10 a 30 cm de altura. Se siembra en suelos arenosos ligeros hacia el final de la temporada de lluvias, y crece principalmente a expensas de la humedad almacenada. También se cultiva como planta de temporada cálida, bajo riego, y a menudo se siembra en mezcla con sorgo, mijo, lablab y arveja. Produce hasta 1,600 kilogramos por hectárea de semilla seca, promediando de 300 a 400 kilogramos. Estas minúsculas semillas son muy ricas en proteínas y, por lo tanto, representan un excelente complemento para las dietas que se componen principalmente de cereales. Además, las vainas verdes se consumen como legumbre y la cosecha se destina algunas veces a servir de heno y forraje verde.

*Voandzeia subterranea*, cacahuete bambara o nuez de Madagascar, es una pequeña herbácea anual, frondosa, con tallo largo y erecto y hojas trifoliadas. Madura en el término de 90 a 150 días, formándose sus frutos en el subsuelo. Es muy abundante en África, especialmen-

te en los límites subhúmedos semiáridos del sur del Sahara, en el este de África, desde Sudán hasta Rodesia, y en la República Malgache. Prefiere y tolera mejor los suelos secos y pobres, y las temperaturas elevadas, y tiene muy poca susceptibilidad a plagas y enfermedades. Los requisitos de cultivo son muy similares a los del cacahuete, pero es mucho más tolerante a la sequía. Los rendimientos máximos de semilla seca son de alrededor de 2,600 kilogramos por hectárea y el promedio se fija cerca de 750 kilogramos. La semilla inmadura se come fresca; la semilla madura se consume como hortaliza. Es rica en proteína, pero a diferencia del cacahuete ordinario, contiene muy poco aceite. Es la hortaliza más importante en el África, después del caupí—y del cacahuete ordinario, un cultivo industrial.

#### *Regiones de semiáridas a subhúmedas (600-900 mm de precipitación pluvial al año)*

*Lablab niger*, frijol jacinto, lablab, bonavista, es una hierba perenne de temporada corta que se cultiva con frecuencia como planta anual durante 75 a 300 días en el sur de Asia, América Latina y África. Tiene muchas formas y variedades—algunas volubles (trepadoras), algunas arbustivas. Requiere buen drenaje, pero tolera los suelos pobres y la fertilidad escasa. Es medianamente resistente a plagas y enfermedades. La producción promedio de semilla seca es de 400 a 500 kilogramos por hectárea, habiéndose consignado rendimiento de hasta 1,150 kilogramos por hectárea. Las vainas tiernas y los frijoles verdes se usan como verduras, y las semillas secas, como hortalizas y alimento para el ganado. También se emplea como forraje y abono verde.

*Macrotyloma uniflorum*, garbanzo de la India, es una herbácea anual semierecta, delgada, que madura al cabo de 120 a 180 días, alcanzando una altura de 20 a 30 cm. Se cultiva en forma extensiva en el sur de la India, pero también en Malasia, oeste de África, y las Antillas. Tolerancia a suelos muy pobres (pero no alcalinos) y tiene una susceptibilidad sólo moderada hacia las plagas y enfermedades. Su rendimiento promedio de semilla seca es de 200 a 300 kilogramos por hectárea, pero llega a producir hasta 1,200 kilogramos por hectárea. Su cultivo es similar al del mungo. Las semillas secas se consumen como legumbres y alimentos para animales. También se cosecha como abono verde y para forraje.

*Parkia* spp., algarroba africana, es un árbol perenne que alcanza alturas de 10 a 30 metros, en una gran variedad de suelos aluviales. Es

muy poco susceptible a plagas y enfermedades. Su producción de semilla seca promedio es entre 350 y 500 kilogramos por hectárea. La semilla seca se fermenta para usarlas como condimento. La pulpa del fruto se cocina también.

**Regiones subhúmedas (900-1200 mm de precipitación pluvial al año)**

*Canavalia ensiformis*, haba panosa o caba-lluna, es una planta arbustiva, erecta perenne, que alcanza una altura de 1 a 2 metros, en un lapso de 180 a 300 días. Su distribución es muy amplia en las tierras bajas de los trópicos de todo el mundo. Su raíz es profunda y tolera la sequía, pero también resiste la sombra y, en cierto grado, el anegamiento. El rendimiento de semilla seca promedia de 800 a 1000 kilo-gramos por hectárea, llegándose a obtener ren-dimientos de hasta 4,600 kilogramos. Las prác-ticas de cultivo son similares a las del caupí. Las vainas verdes y las semillas inmaduras, así como las semillas maduras (con menos fre-cuencia) se consumen como alimento; sin em-bargo, si se han producido cambios bruscos de temperatura durante la temporada de cultivo, el frijol verde o la semilla madura son algo tóxicos. (La toxina aparente es el HCN.) Se cultiva como forraje y cobertura, y de ella se extraen ureasa y lectina con propósitos medi-cinales. *C. gladiata*, frijol ensiforme, es una especie cercanamente emparentada, pero es una trepadora mayor. Se produce extensa-mente en los trópicos húmedos de África y Asia.

*Vigna angularis*, frijol adzuki, es una planta arbustiva, erecta, anual, de origen Chino, que se consume como alimento en Asia y otras regiones subtropicales. La altura de las plantas es de 30 a 75 cm, según la variedad. Hay muchí-simas variedades que difieren ampliamente en el tamaño de la planta, el color de la semilla y otras características. Su adaptación y cultivo son similares a los de la soya, pero, a diferencia del frijol de soya, éste contiene poco aceite. Es útil como complemento proteínico en las dietas.

*Vigna umbellata*, frijol arrocero o frijol rojo, es una planta perenne de temporada corta que crece como planta anual y madura al cabo de 60-90 días en Asia. Su tipo de crecimiento va desde erecto hasta suberecto o voluble, con tallos de hasta 300 cm de largo, pero general-mente alcanza una altura de sólo unos 30 cm. Crece en suelos entre ligeros y pesados, des-pués del arroz o antes de él. Se asegura que es susceptible a los nematodos del nudo de la raíz,

lo que puede explicar el que prospere bien en suelos periódicamente inundados para cultivar el arroz pues, con ello, se controlan los nema-todos. Las prácticas de cultivo son similares a las del mungo, con rendimientos promedio de la semilla seca de 200 a 300 kilogramos por hectárea, alcanzándose rendimientos de hasta 1,200 kilogramos. Las semillas secas son ricas en proteína y se consumen como legumbres, las semillas y vainas verdes se consumen como verduras, y la planta se cultiva también abono verde o para forraje.

Nota: *Phaseolus vulgaris*, frijol phaseolus, frijol de campo (frijol seco y frijol de hilo en los E.U.A.) y *Glycine max*, soya, se encuentran en este grupo de precipitación pluvial.

**Regiones húmedas y muy húmedas (más de 1200 mm de precipitación pluvial al año)**

*Mucuna pruriens* var. *utilis*, frijol terciopelo, es una trepadora herbácea perenne, cuya longi-tud es de 3 a 8 metros, que madura al cabo de 240 a 300 días en África. Requiere altas tempe-raturas y un clima húmedo, pero prospera en suelos pobres, arenosos. Tiene muy poca sus-ceptibilidad a plagas y enfermedades. El pro-medio del rendimiento de la semilla seca es de 700 a 1000 kilogramos por hectárea. Las semi-llas se consumen a veces como legumbres, y el cultivo también se destina a servir de abono verde, cobertura y forraje.

*Mucuna sloanet*, frijol ojo de caballo, es una herbácea trepadora perenne, con longitud de 3 a 10 metros, que fructifica al cabo de 240 a 360 días. Requiere altas temperaturas y mucha humedad, y suelo bien drenado. Es muy poco susceptible a plagas y enfermedades. Las semi-llas maduras se consumen a veces como le-gumbres para espesar sopas en el este de Nigeria.

*Pachyrrhizus erosus*, frijol ñame mexicano, frijol patata o frijol mandioca, es una trepadora que alcanza longitudes de 2 a 5 metros y pro-duce tubérculos de buen tamaño en menos de 1 año. La planta es perenne, por sus tubérculos, pero los tallos y las hojas son anuales. Es oriunda de las zonas tropicales de América, pero se cultiva extensamente en los países tro-picales de todos los continentes. La planta suele propagarse por trozos de tubérculos ma-duros, pero puede crecer a partir de semilla, la cual se siembra a trechos de 30 cm, en hileras espaciadas entre 90 y 100 cm. Los sarmien-

Nota: *Phaseolus vulgaris*, frijol phaseolus, frijol de campo (frijol seco y frijol de hilo en los E.U.A.) y *Glycine max*, frijol de soya, están en este grupo de lluvias.

tos deben sostenerse en postes. Requiere terrenos arenosos bien labrados y un clima húmedo. Es muy poco susceptible a plagas y enfermedades y representa una de las plantas más vigorosas en cuanto a crecimiento y producción de vainas, entre todas las legumbres tropicales de las áreas lluviosas. Los tubérculos se comen crudos o cocidos y las vainas verdes se consumen a veces como verduras. Las semillas maduras tienen fama de ser tóxicas para el hombre y los animales.

*Phaseolus lunatus*, frijol de lima, es una trepadora perenne, voluble, pero también la hay de tipo arbustivo. Requiere de 100 a 270 días para crecer y tiene importancia capital en las tierras bajas de los trópicos africanos, así como en muchas otras zonas tropicales, donde requiere un clima húmedo y suelos aireados y bien drenados. Su susceptibilidad a la enfermedad ha sido muy baja. La producción de semilla seca promedia de 500 a 600 kilogramos por hectárea, habiéndose registrado rendimientos de hasta 2800 kilogramos. Se consume principalmente como frijol seco, pero las semillas verdes, las vainas tiernas y las hojas se comen también como verduras. Nota: Las semillas secas pueden ser tóxicas (HCN).

*Psophocarpus tetragonolobus*, frijol alado, es una planta perenne herbácea, voluble y lisa, que fructifica en un lapso de 180 a 270 días en el Asia tropical, Papua y Nueva Guinea. Requiere clima húmedo y suelos terrosos. Su susceptibilidad a plagas en enfermedades ha sido muy baja. Los rendimientos de la semilla seca promedian 400 a 500 kilogramos por hectárea, pero pueden ser de hasta 2,500 kilogramos. Las vainas verdes, hojas y tubérculos frescos se consumen como verduras; las semillas secas, como legumbres. También se cultiva como abono verde y forraje.

*Sphenostylis stenocarpa*, frijol ñame africano, es una herbácea perenne, voluble, trepadora o rastrera, de 3 a 6 metros, que crece hasta producir simiente en un lapso de 150 a 300 días, en las tierras bajas tropicales de Africa, donde constituye un cultivo importante. Requiere un clima húmedo y suelos terrosos bien drenados. Ha sido poco susceptible a plagas y enfermedades. Los rendimientos de semilla seca promedian de 300 a 500 kilogramos por hectárea y llegan hasta 1,200 kilogramos. Los tubérculos se consumen crudos o cocidos; las semillas secas se comen como legumbres.

#### **Leguminosas de invierno o de clima frío que se cultivan como alimento**

*Lathyrus sativus*, guisante herboso, algarro-

billá, khessari o veza garbanzuelo, requiere un clima subtropical o templado, no tropical. Se cultiva a mayores altitudes durante la temporada fría en la India, el Cercano Oriente y el norte de Africa. La planta crece erecta, o aproximadamente erecta hasta una altura de 75 cm, si bien algunas formas son rastreras. Por sus tallos y hojas, guarda cierto parecido con el guisante de campo. Se cultiva primordialmente por su capacidad de producir una cosecha modesta a pesar de la escasez de lluvias durante su período de crecimiento. Las prácticas de cultivo se asemejan a las de la lenteja y el garbanzo. Las semillas son ricas en proteínas, pero muchas variedades contienen alcaloides tóxicos en la semilla que causan graves desórdenes sistémicos en el hombre. Cuando se cultiva como alimento, debe ejercerse una limitación rigurosa para obtener únicamente razas no tóxicas.

*Lupinus albus*, altramuz blanco o dulce, es una planta anual con tallos de 40 a 120 cm de largo (según la variedad), de 5 a 7 hojuelas por hoja, y flores y semillas blancas. Se cultiva en temporadas frías (a mayores altitudes en los trópicos) en forma muy semejante al guisante de campo. La planta prefiere suelos de fertilidad moderada y es más productiva cuando la temporada "lluviosa" es bastante fría.

*L. angustifolius*, forma "dulce" del altramuz azul, y *L. luteus*, forma "dulce" del altramuz amarillo, son especies afines, en las cuales se han desarrollado razas que son "dulces", es decir, que tienen un contenido de alcaloide tóxico relativamente bajo. En Chile se ideó un procedimiento para eliminar esencialmente el alcaloide restante. Estas especies parecen ser superiores al *L. albus* (cuando se cultivan en suelos arenosos, medianamente ácidos, de poca fertilidad. Son plantas de semilla pequeña).

El altramuz amargo, con un contenido de alcaloide de 0.35 a 3.0% ha sido consumido durante siglos por la población indígena de los Andes en Colombia, Ecuador, Perú y Chile. La información disponible indica que el altramuz se consume también en Italia y en Irán.

El llamado "altramuz dulce" con un contenido alcaloide de sólo 0.001 a 0.02% es de aparición reciente y su semilla se ha sometido actualmente a investigación extensiva, como materia prima para alimentos ricos en proteínas. Incluso con su bajo contenido de alcaloide, los chilenos consideran que la completa eliminación de éste es esencial pues puede constituir un peligro para la salud. La semilla del altramuz dulce tiene también un sabor ligeramente amargo.

Se han efectuado experimentos en Chile para obtener un producto procesado, con características muy similares al caso de la soya obtenida en la Universidad de Illinois. El grano se seca primero adecuadamente; luego se descasca y se remoja con agua tibia durante cierto período, con el pH que corresponde al punto isoeléctrico de la proteína. Después se desmenuza y deseca y, si es necesario, se muele fi-

nalmente en un molino Alpine.

*Vicia* spp., vezas de diversas clases, aunque fundamentalmente es un cultivo forrajero y de cobertura, estas plantas se cultivan como alimento en algunas regiones. Por ejemplo, Turquía produce semilla de veza y la exporta a Japón, donde se consume como legumbre alimenticia.

## CAPITULO 20

### CACAHUATE<sup>1</sup> (*Arachis hypogaea*)

Otros nombres comunes: cacahuete  
maní, pistache de tierra, nuez de tierra,  
etc.

El cacahuete es a la vez una leguminosa alimenticia de grano y un cultivo de semilla oleaginosa. Se cultiva ampliamente en los trópicos y los subtrópicos para su uso directo como alimento, por su aceite y por la harina rica en proteína que se obtiene después de la extracción del aceite.

#### *Distribución geográfica*

Se considera que el cacahuete tuvo su origen en la parte alta de la cuenca del Plata, en lo que es ahora el este de Bolivia, y que se propagó rápidamente por los trópicos y la zona templada después de la colonización de las Américas. El cacahuete se cultiva ampliamente como producto de importancia primordial en los siguientes países de los trópicos y los subtrópicos: en *Asia*: India, China, Birmania, Indonesia y Tailandia; en *Africa*: Nigeria, Senegal, Sudán, Zaire, Niger, Uganda, Alto Volta, Camerún, Malawi, Chad y Mali; en *América del Sur*: Brasil, Argentina y Paraguay; en el *Caribe*: República Dominicana; y en *América del Norte*: México y los Estados Unidos de América. Los rendimientos por hectárea pueden servir como indicadores del grado en el cual se ha aplicado una tecnología mejorada. En contraste con la producción norteamericana, bajo un nivel de tecnología relativamente alto que produce rendimientos promedio de 2,300 kilogramos por hectárea, con rendimientos máximos superiores a 3,000 kilogramos por hectárea, los rendimientos que se obtienen en Asia son generalmente menores de 1,000 kilogramos por hectárea; los rendimientos en Africa son aproximadamente 2/3 de los rendimientos asiáticos, y los rendimientos en América del Sur y

el Caribe son más o menos iguales a los de Asia. Al parecer, existen oportunidades sustanciales de emplear en forma efectiva la tecnología conocida en los trópicos y los subtrópicos, pero sin lugar a dudas deberá realizarse un gran esfuerzo de investigación para adaptar los resultados obtenidos en otras áreas a las condiciones ecológicas que privan en cada país productor de cacahuete.

#### *Utilización*

El cacahuete constituye un cultivo principal alimenticio para la subsistencia; como cultivo rico en proteínas capaz de balancear las dietas abundantes en cereales y alimentos feculentos, como complemento de proteínas animales; como cultivo oleaginoso para la cocina del hogar, la iluminación y como condimento alimenticio; así como en calidad de cultivo comercial para los mercados domésticos y para el comercio internacional. Los principales países importadores se encuentran en el oeste de Europa, Japón, Hong Kong, Singapur, Malasia, Venezuela y Argelia. La cosecha se vende como cacahuete con cáscara, aceite o harina.

La planta suele cultivarse en rotación con maíz, sorgo y mijo, y como intersembra en varios cultivos de hileras. Los residuos aparrados, una vez que se cortan las vainas, son un excelente alimento proteínico para caballos y ganado rumiante. El cultivo puede realizarse con escasa mecanización, o sin ella, con mecanización parcial o como una operación totalmente mecanizada. Prestando moderada atención al control de los daños que perjudican el cacahuete, este puede almacenarse en forma satisfactoria; se le puede procesar para obtener aceite y harina, o para ser tostado en instalaciones domésticas rudimentarias; también puede procesarse mediante tecnología avanzada.

Como cultivo de oleaginosas comestibles, el cacahuete compite con el ajonjolí, el cártamo y

<sup>1</sup> Editado por Ray O. Hammons, Genetista Investigador y Consejero técnico (Peanut Breeding), Southern Region, Agricultural Research Service, U. S. Dept. of Agriculture, en cooperación con la University of Georgia Coastal Plain Station, Tifton, Georgia 31794 y B. E. Caldwell, Científico del Plantel (semillas oleaginosas), National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Dept. of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

la soya, pero cada uno tiene adaptaciones ecológicas algo diferentes.

### *El cacahuate como alimento*

El cacahuate entero y la harina que se obtiene al extraerle el aceite son ricos en proteínas, minerales y vitaminas. El aceite es muy adecuado para cocinar, sirve también para la iluminación doméstica, como materia prima para fabricar margarina y constituye, en forma directa, un alimento esencial. El cacahuate entero (sin cáscara) tiene un promedio de 26% de proteína, 43% de aceite, 24% de carbohidratos y 2.7% de minerales. Es rico en calcio, fósforo y hierro. Constituye una excelente fuente de las vitaminas tiamina, riboflavina y niacina, pero no contiene vitamina A ni ácido ascórbico. La harina es mucho más rica que el grano entero en términos de proteína, minerales y vitaminas.

La proteína del cacahuate se asemeja a la de la mayoría de las demás plantas por ser algo deficiente en los dos aminoácidos esenciales para la dieta humana—metionina y cistina—en comparación con las proteínas animales. Sin embargo, la proteína del cacahuate constituye un excelente complemento para los cereales de grano y las plantas feculentas que son pobres en lisina y triptofano, en los cuales el cacahuate es rico. Los cereales y las plantas feculentas son relativamente ricas en metionina y cistina. Con el empleo de las proteínas animales como la proteína normal completa para la dieta humana, el cacahuate representa una "extensión" de las escasas y caras proteínas animales.

### *Adaptación*

El cacahuate no tolera las bajas temperaturas. Necesita clima cálido, con lluvia moderada o riego durante la temporada de crecimiento, y prefiere el clima cálido y seco durante la maduración de su semilla. La planta no se adapta a regiones de lluvia intensa continua; por la dificultad de curar el cultivo sin que se enmohezca la semilla, resulta una cosecha prohibitiva en las regiones húmedas. El cacahuate bambara se cultiva en regiones húmedas.

Las variedades tempranas maduran al cabo de 90 a 100 días, y otras variedades requieren hasta 140 días. Este período de crecimiento relativamente breve puede permitir la producción de una segunda cosecha (después de algún cereal) en el mismo terreno en un solo año.

El tipo y las condiciones del suelo son sumamente importantes en la producción de

cacahuate. Las tierras de sabana y las zonas ecológicas similares son las preferidas, pero dentro de estas zonas, lo mejor son los terrenos arenosos bien drenados. En vista de que las vainas maduran bajo la superficie del suelo y es preciso escarbar para extraerlas, resulta altamente adecuado un suelo friable (fácil de desmenuzarse). Además, estos suelos favorecen la rápida maduración de las vainas y minimizan los daños causados por mohos.

El cacahuate tiene el prestigio de que crece bien en suelos poco fértiles, pero esto sólo es cierto cuando se le siembra a continuación de otro cultivo que haya sido fertilizado (algodón, maíz, sorgo, etc.). Aparentemente, el cacahuate aprovecha muy bien los fertilizantes minerales residuales de los cultivos precedentes.

### *Descripción*

El cacahuate es una leguminosa. No es una nuez (aunque en inglés se le llama nuez de la tierra), sino un tipo de guisante. Es una planta herbácea de temporada cálida, anual, que produce un tallo central erecto con un número variable de ramas cuyos hábitos oscilan desde casi erectas hasta tendidas. Hay dos tipos botánicos principales: (1) el Español-Valencia, cuyas plantas suelen ser erectas, maduran en forma temprana, tiene vainas en racimo cerca de la base de la planta, y sus semillas tienen una corta dormancia (latencia) cuando están frescas; y (2) el tipo Virginia, en el cual las plantas tienen hábito de crecimiento extendido (guías) o erecto (mata), maduran más tardíamente, tienen vainas dispersas a lo largo de las ramas secundarias y terciarias, y sus semillas muestran una apreciable dormancia cuando están frescas.

La planta tiene una raíz principal bien desarrollada, con numerosas ramificaciones laterales. El sistema radicular está bien nodulado y la planta, por lo tanto, no depende del nitrógeno del suelo ni del fertilizante para satisfacer sus necesidades de nitrógeno.

La planta tiene hojas compuestas pinnadas, con dos pares de hojuelas. Las flores crecen en las axilas de las hojas, sobre el nivel del suelo, individualmente o en grupos de tres aproximadamente. Las flores se autopolinizan. Después de la polinización, el tallo del ovario se alarga con rapidez, en forma de estaquilla, e hinca el ovario fecundado dentro de la tierra, donde se desarrolla en forma de vaina. Las vainas pueden contener de una a tres (o más) semillas, según la variedad y las condiciones en que se desarrolle. La vaina se desarrolla solamente

bajo la superficie del suelo, por lo que es muy importante que éste sea suficientemente friable para que puedan penetrarlo fácilmente las "estaquillas".

La semilla es un embrión recto, con una delgada cascarilla, con la consistencia del papel, que puede tener distintos colores al madurar (según la variedad). La película que recubre la semilla no se adhiere fuertemente a ésta y se desprende con facilidad si se le tuesta y cuece. La dormancia de la semilla es característica de algunas variedades, y este período abarca varias semanas o algunos meses cuando la semilla permanece en el suelo, pero el período de "descanso" se interrumpe por la exposición a temperaturas mayores de 37° C durante unas cuantas semanas. El tamaño de la semilla difiere según la variedad, de 2,000 a 3,000 semillas por kilogramo. En condiciones de almacenamiento apropiadas (baja humedad y semilla bien seca), la semilla (en la vaina) conserva su viabilidad durante tres años o más.

#### *Variedades*

En condiciones de campo, hay una cantidad limitada de polinización cruzada del cacahuate, y la descendencia de estos híbridos naturales proporciona una rica fuente de variabilidad para hacer selecciones. Otra forma de variante—más insólita—, la mutante, puede presentarse también. De este modo, hay muchos tipos y variedades de cacahuate en todas las regiones que lo producen. Después de unas cuantas generaciones iniciales, las variantes resultantes del cruzamiento natural suelen conservar sus características hereditarias, de modo que las selecciones subsecuentes se pueden mantener sin cambios hereditarios, siempre que los tipos heterogéneos se eliminen en todos los campos productores de semilla. Las variedades y tipos dominantes de cualesquiera regiones muestran una fuerte tendencia a adaptarse a las condiciones climáticas y del suelo en la localidad, lo cual los hace más productivos. Continuamente hay oportunidad de seleccionar razas capaces de responder a prácticas de cultivo mejoradas, que sean más resistentes a plagas específicas, y que muestren los hábitos de cultivo y las características de simiente que resulten preferibles.

La evaluación de las variedades y razas introducidas de otras regiones con condiciones climáticas similares puede producir rápidos beneficios si se efectúan ensayos de campo bajo condiciones de cultivo favorables a los altos rendimientos, cuidando que todas las razas reciban igual tratamiento. Además de los

rendimientos totales y de las características de crecimiento que favorecen la facilidad de la producción y de la cosecha, la selección debe dar énfasis a la aceptabilidad del producto en el mercado. Como las razas o selecciones se reproducen generalmente conservando sus buenas características, no resulta difícil conservar la identidad y la pureza genética de las selecciones superiores. Los agricultores pueden guardar su semilla sin que se pierdan las buenas características hereditarias, contando con alguna guía para eliminar los tipos heterogéneos, y tomando precauciones para no mezclar físicamente las diferentes razas.

#### *Cultivo*

##### *Rotaciones*

El cacahuate debe cultivarse en rotación con otras plantas, como maíz, mijo, sorgo y algodón, y hay ciertos indicios de que el crecimiento periódico de hierbas forrajeras o leguminosas para alimentar al ganado incrementa los rendimientos subsecuentes del maní en las regiones tropicales y subtropicales.

##### *Fertilizantes*

El cacahuate no responde a los fertilizantes nitrogenados cuando se cultiva en tierra que esté inoculada naturalmente con bacterias nodulares de la raíz, ni cuando la semilla ha sido inoculada antes de plantarse en nuevos terrenos. Se cree que la planta es capaz de crecer en suelos poco fértiles, pero esto sólo es cierto en un grado limitado, cuando el cacahuate se cultiva a continuación de otras plantas, en la rotación, que hayan recibido fertilizantes minerales. Según parece, el cacahuate es capaz de aprovechar el fertilizante residual que encuentra en el suelo. Por ser las plantas y semillas del cacahuate muy ricas en elementos minerales, el suministro de éstos en el suelo debe ser elevado para propiciar los altos rendimientos. Los principales elementos que la planta necesita son fosfato, potasa, calcio, magnesio y azufre. Para todos ellos, es indispensable que se encuentren en forma aprovechable para ser absorbidos por el sistema radicular. Empero, hay un requisito adicional de calcio; este elemento debe encontrarse en la superficie del suelo, donde las estaquillas lo penetran, para fomentar el desarrollo de las semillas. Para los tipos de plantas en mata, la adición de calcio puede efectuarse en franjas de 15 cm, dispuestas a ambos lados de la hilera de plantas. Para las de ramas en forma de

guías o sarmientos, toda la superficie del suelo debe recibir tratamiento. En general, basta con aplicar piedra caliza o yeso (sulfato de calcio) finamente molidos, en proporción que suministra el equivalente de 100 kg de CaO por hectárea, aunque deben efectuarse ensayos de campo para determinar con mayor precisión las cantidades que se requieren para maximizar los rendimientos.

El cuidado en la colocación de los fertilizantes minerales en el suelo es muy recomendable, pues muchos suelos tropicales y subtropicales reaccionan con prontitud con los fertilizantes fosfatados, impidiendo que las plantas puedan aprovecharlos. Si se coloca el fertilizante en franjas, bajo la semilla plantada, se reduce considerablemente la indeseable inactivación que podría presentarse si el fertilizante se aplicara a voleo o se mezclara con la tierra. Un método práctico consiste en abrir un surco poco profundo, colocar el fosfato (y la potasa si se requiere) en una franja, al fondo de la zanja, cubrirlo con una capa de 5 a 8 cm de tierra, colocar encima la semilla, y cubrir ésta con unos 5 cm de suelo. Los ensayos de campo deben determinar la cantidad de fertilizante necesario, pero, sino se han efectuado tales ensayos, se sugiere que el superfosfato se esparza de modo que proporcione 50 kg de  $P_2O_5$  por hectárea. La potasa puede agregarse en proporción que suministre 25 kg de  $K_2O$  por hectárea junto con el superfosfato.

Debe hacerse notar que el superfosfato ordinario contiene calcio, magnesio y azufre, en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas que lo reciben. Sin embargo, el superfosfato concentrado no contiene azufre; éste debe proporcionarse a partir de otras fuentes.

En muchos suelos tropicales y subtropicales fuertemente intemperizados, se han encontrado indicios de graves deficiencias de los "vestigios" de elementos que se requieren en pequeñas cantidades, y la corrección de tales deficiencias es indispensable para que las plantas respondan a los fertilizantes minerales tradicionales. Uno o varios de los siguientes elementos pueden ser deficientes: manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Mientras no se efectúe la investigación necesaria en los principales grupos de suelos, para determinar las deficiencias específicas en materia de vestigios de elementos, puede resultar conveniente aplicar estiércol animal, el cual suele contener pequeñas cantidades de vestigios de elementos en forma fácilmente disponible. Se sugiere que se esparza estiércol junto con el superfosfato, en surcos, como se describió an-

teriormente. Si esto no es factible, el estiércol puede colocarse en el fondo de los surcos durante la arada, bajo el lugar donde se encontrará la futura hilera de plantas.

#### *Preparación de la tierra para la siembra*

La tierra debe ser mullida y friable, habiéndose destruido toda la maleza viva y después de eliminar los desperdicios. Las tierras deben manejarse de modo que se conserve el agua de lluvia, reduciendo el escurrimiento de ésta y almacenándola en el perfil del suelo.

#### *Siembra*

La siembra en hileras es sumamente recomendable; es indispensable para colocar adecuadamente el fertilizante, para combatir la maleza y para cosechar con efectividad. La siembra debe efectuarse en cuanto comiencen las lluvias, para favorecer la rápida germinación de la semilla. Puede usarse semilla con cáscara o sin ésta, pero si se siembra semilla con cáscara, las vainas deben partirse en dos o más pedazos para que la germinación sea rápida. El esparciamiento de las hileras y entre las plantas dentro de cada hilera debe ajustarse según la variedad y el pronóstico de lluvias. Las variedades más menudas pueden plantarse en hileras separadas entre sí de 60 a 70 cm, y las variedades de mayor tamaño en hileras separadas de 90 a 100 cm entre sí. El espaciamiento de las plantas puede oscilar entre 10 y 20 cm dentro de la hilera. De ordinario, para sembrar una hectárea bastarán de 20 a 40 kg de semilla sin cáscara (duplíquese la cantidad para la semilla con cáscara). (NOTA: no se hacen recomendaciones para el tratamiento de la semilla antes de la siembra, pues éstos resultan venenosos si los excedentes de semilla se destinan al consumo humano; además, deben observarse los reglamentos de cada país.)

#### *Control de las malas hierbas*

El cacahuete no compite vigorosamente con la maleza, y las infestaciones reducen seriamente su rendimiento, sobre todo en las regiones más secas. Las malas hierbas no sólo agotan la humedad del suelo, sino que también consumen las reservas de nutrimentos. La eliminación temprana de la maleza aminora la competencia que ésta representa para el cacahuete en desarrollo, y minimiza los perjuicios físicos que resienten los sistemas radiculares del cacahuete. La eliminación de maleza

por arrancamiento, corte con azadón o labranza, una vez iniciada la floración del cacahuete, interfiere con la penetración de las "estaquillas" de la planta en el suelo, y con la formación de vainas. Si la maleza persiste durante la floración o después de ella, puede ser aconsejable emplear algún herbicida selectivo que no perjudique al cacahuete, para evitar pérdidas considerables en los rendimientos. Se asegura que el cacahuete es resistente a la hierba bruja que ataca los cereales de grano.

### **Control de las enfermedades**

Debe confiarse principalmente en dos medidas preventivas para el control de las enfermedades de las plantas: (1) sembrar las variedades o razas que muestren mayor tolerancia o resistencia a las enfermedades que predominan en la localidad, y (2) practicar la sanidad en el campo. Esta sanidad incluye el empleo de rotación de cultivos, de modo que el cacahuete no se cultive en la misma tierra durante varios años sucesivos, y la eliminación de todos los desperdicios vegetales con prontitud después de la cosecha. Estas prácticas reducen considerablemente la cantidad de inóculo que podría infectar las nuevas plantaciones.

La incidencia y propagación de las enfermedades se relacionan directamente con las lluvias y la humedad del aire. Las regiones con temporadas de lluvias frecuentes y elevada humedad del aire no son propicias para la producción de cacahuete.

La resistencia genética cualitativa hacia la mayoría de las enfermedades conocidas que atacan el cacahuete está en la infancia, si se compara con los adelantos obtenidos con los cereales, por ejemplo. Empero, se han logrado progresos. Ya se conoce la resistencia genética a la roseta del maní y se ha incorporado a las variedades comerciales. Se conoce también la resistencia a la roya y se está estudiando su mecanismo genético. Falta aún por demostrar en forma terminante la resistencia genética a la enfermedad más importante, la mancha de la hoja, en *Arachis hypogaeae*, pero se presentan en algunas especies silvestres de *Arachis*.

### **Control de los insectos**

Las medidas preventivas son importantes para impartir protección contra los insectos. No se recomienda el uso de insecticidas pues éstos pueden dejar residuos tóxicos en la semilla, y resulta peligroso alimentar al ganado con los sarmientos de las plantas así tratadas. Las medidas preventivas incluyen: (1) sembrar va-

riedades que sean relativamente resistentes o tolerantes a los insectos más perjudiciales de la localidad, y (2) la sanidad en el campo. La rotación de cultivos que impida el cultivo de cacahuete en la misma tierra en años sucesivos, así como la pronta eliminación de sarmientos y desperdicios después de la cosecha, reducen considerablemente la abundancia de insectos dañinos. En un genotipo de E.U.A. se ha consignado resistencia genética cuantitativa a ciertos insectos (por ejemplo, *Diabrotica undecimpunctata howardi*, un gusano de la raíz del maíz del sur). (Véase la nota al pie de la página correspondiente a Protección del Cultivo.)

### **Cosecha**

La cosecha es un aspecto crucial en la producción de cacahuete. El cultivo está maduro cuando las semillas están totalmente desarrolladas y su envoltura (casquilla) muestra el color natural de la variedad, además de que el interior de la cáscara ha empezado a colorearse. El cacahuete se enjuta considerablemente cuando es cosechado con demasiada anticipación. Considerando que el cultivo de vainas se encuentra bajo el nivel del suelo, éste debe desenterrarse sin retirar las vainas del sarmiento. Esto se realiza con más facilidad en terrenos arenosos bastante friables. La raíz principal se debe quebrar para desenterrar el sarmiento completo con sus correspondientes vainas, ya sea mediante herramientas manuales o con máquina. Las plantas desenterradas se pueden curar en montones, cuidando que las vainas no queden expuestas directamente al sol; salvo en regiones o temporadas de máxima humedad, conviene disponer fajinas o estaquillas alrededor de los postes para minimizar el contacto con el suelo. El curado se prolonga hasta que el contenido de humedad de la semilla es de 10% o menos.

El curado del cacahuete es particularmente importante pues se ha descubierto que el *curado rápido* es vital para minimizar el peligro de enmohecimiento, que produce una toxina (aflatoxina) que vuelve el producto peligroso como alimento del ser humano o del ganado. Es raro que la cosecha se enmohezca en forma considerable mientras no se desentierra, cuando los suelos están bien drenados. El secado rápido y cuidadoso de las plantas desente-

Nota: Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture" por Wrigley (la Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

rradas evita que las semillas se enmohezcan. La presencia de moho destruye el valor comercial de la cosecha y la vuelve peligrosa para ser consumida en el hogar como alimento. Los montones o pequeñas pilas de sarmientos y vainas deben voltearse con prontitud si se producen lluvias durante la etapa de curado.

Es fácil arrancar las vainas del sarmiento cuando se secan hasta la etapa en que sus delgadas uniones con éste se vuelven quebradizas. Esto puede hacerse a mano o con máquinas. Si hay dudas de que la semilla esté suficientemente seca para almacenarse con seguridad, ésta debe disponerse en capas poco profundas, sobre pisos de secado, volteándola con frecuencia hasta que esté perfectamente curada. El enmohecimiento en esta fase es tan grave como cuando se produce durante el curado en el campo.

#### *Almacenamiento y procesamiento*

El cacahuate se almacena con seguridad cuando el contenido de humedad de las semillas ha descendido hasta alrededor del 10%, y cuando la humedad relativa del almacén se aproxima a 60%. Si hay indicios de infestacio-

nes de insectos en el almacén, la cosecha debe fumigarse con prontitud (véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre control de insectos en el almacén, para conocer mayores detalles). No se apliquen tratamientos con insecticidas venenosos.

El método más común de preparar el cacahuate para el consumo humano consiste en tostarlo en seco hasta que las semillas adquieren un color castaño claro. Para la extracción de aceite, las semillas se descascaran, se limpian y se trituran hasta reducirlas a una pulpa, con el propósito de abrir lo más posible las células de aceite. Para la extracción comercial de aceite, la pulpa se lleva a un recipiente de cocción donde se calienta hasta unos 110° C (235° F) en una atmósfera húmeda, durante 90 minutos. El aceite se extrae más comúnmente mediante el método de la prensa hidráulica, empleando una presión de alrededor de 1,900 kilogramos (4,000 libras). Un método doméstico menos refinado consiste en prensar en frío los cacahuates tostados, pero el rendimiento de aceite es forzosamente mucho menor. En la extracción comercial, una tonelada métrica de semillas descascaradas (tostadas) puede producir 265 kilogramos de aceite, 410 kilogramos de harina y 325 kilogramos de cáscara.

## CAPITULO 21

### SOYA<sup>1</sup>

(*Glycine max*), (anteriormente *Soja max*)

Otros nombres comunes: soya, frijol de soya

La soya es un antiguo cultivo del Oriente, donde se le ha empleado por largo tiempo como alimento, consumiéndose como verdura, en una gran variedad de productos alimenticios fermentados que se preparan a partir de la semilla madura, y también como los brotes comestibles de las semillas en germinación. Además, se extrae aceite de las semillas maduras para preparar alimentos, y la harina resultante se emplea como alimento. Estos usos parecen haberse originado en China, para propagarse después a los países vecinos. La soya no recibió mucha atención fuera de China y el Lejano Oriente sino hasta hace muy poco, y aún ahora es un cultivo secundario en la mayor parte de América Latina (exceptuando Brasil), en Africa y en el Medio Oriente.

En E.U.A., el frijol de soya no empezó a adquirir importancia hasta la década de 1940, cuando los rendimientos promedio de la soya, a continuación de un cultivo de maíz fuertemente fertilizado, perteneciente a la rotación, empezó a ascender desde los niveles anteriores de 15 a 20 bushels por acre, hasta el promedio actual que alcanza alrededor de 35 bushels por acre (2,100 kg por hectárea). La soya se cultivó primero como cosecha industrial, para la extracción de aceite (producto de alto valor). La harina residual, resultante de los procesos modernos de extracción de aceite, demostró ser un alimento nutritivo y rico en proteínas para todo tipo de ganado. Gracias a algunos refinamientos ulteriores, la harina de soya fue aceptada también en la dieta humana, a mediados de la década de 1960, y su importancia ha aumentado como alimento proteínico complementario. Actualmente, se considera que la harina es aún más valiosa que el aceite, como producto total. Las variedades mejoradas y las prácticas de cultivo perfeccionadas han correspondido a la producción de soya en suelos

de elevada fertilidad. La soya se empezó a exportar de los E.U.A. en forma extensiva, en la década de 1960, superando los 14 millones de toneladas en 1973. La cifra de exportación que se calculaba para 1974 era un poco inferior a la de 1973.

Este asombroso incremento de la soya en E.U.A. ha atraído el interés de otras partes del mundo donde las condiciones ambientales son similares, sobre todo en la parte sur de Brasil y otras regiones semejantes con suelos susceptibles de responder. El cultivo está adaptado originalmente a las zonas templadas y resulta influido en forma considerable por la duración del día (horas con luz de sol). El cambio de los días largos a los días más cortos estimula el comienzo de la floración y de la formación de semilla. Sin embargo, en muchas razas, las fases vegetativa y reproductiva se suceden en forma básicamente normal ante la duración del día típica de los trópicos.

El uso general de la soya como alimento en China y el Lejano Oriente ha inspirado los esfuerzos tendientes a su aprovechamiento fuera de esas regiones, como alimento doméstico, del mismo modo que el guisante, el frijol y otras legumbres (capítulos 11-19). El uso directo de la soya como alimento (sin fermentación, brotes o extracción de aceite) ha ocasionado algunos problemas. Existen algunos factores en el frijol de soya entero, crudo, que inhiben o retardan la digestión de proteína. Otros componentes provocan flatulencia, cuando se trata de consumo humano, aunque no tanta como el frijol seco ordinario. La práctica que se emplea a menudo con el frijol común, consiste en remojarlo durante varias horas en agua levemente alcalina (5 gramos de polvo de hornear por litro de agua), eliminando el agua del enjuague y luego hirviendo durante 30 minutos en agua alcalina nueva, en la misma forma anterior, puede convertir al frijol de soya entero en un alimento aceptable. No existe impedimento alguno para la plena digestibilidad de la harina de soya producida tostando el frijol después de extraerle el aceite, ni para la del

<sup>1</sup> Editado por Earl R. Leng, Profesor de Reproducción Selectiva Genética Vegetal, T. Hymowitz Profesor Adjunto de Fitogenética y D. K. Whigham, Profesor Adjunto de Agronomía, Dept. of Agronomy, University of Illinois, Champaign, Illinois 61801.

frijol de soya entero hervido. La elevada temperatura desnaturaliza los inhibidores de la digestión y reduce la tendencia a provocar flatulencia.

Como cultivo industrial, la soya compite con otras plantas de semilla oleaginosa (cacahuete, ajonjolí, girasol, etc.) en rendimientos y en valor por hectárea. Como alimento proteínico, la soya compite también favorablemente con otras leguminosas comestibles de grano y con el cacahuete. En E.U.A., tanto la soya como el cacahuete son capaces de producir hasta 3,000 kg por hectárea con prácticas de cultivo apropiadas. La elección de uno u otro de estos cultivos, en E.U.A., depende del tipo del suelo, el rendimiento comparativo real, etc. El cacahuete prospera mucho mejor en suelos arenosos que en suelos pesados. Lo contrario puede afirmarse de la soya. Mediante ensayos de rendimiento, empleando variedades de soya bien adaptadas, para compararlas directamente con otras leguminosas alimenticias de grano o semillas oleaginosas, se debe determinar la conveniencia económica de cultivar frijol de soya en localidades específicas de los trópicos.

#### Utilización

La soya que se cultiva como verdura constituye un excelente alimento en las fases inmaduras de su desarrollo, del mismo modo que el frijol, el guisante, el caupí, el haba y otras plantas que pueden consumirse verdes, sin su vaina. Los inhibidores potenciales de la digestión no representan problema alguno en las fases inmaduras del desarrollo de la soya.

El aceite tiene muchas aplicaciones alimenticias y también encuentra múltiples usos en la industria. Entre éstos se incluye la fabricación de glicerina, insecticidas, tinta, sustitutos del hule, pinturas y jabón.

#### La soya como alimento

Presentamos a continuación la composición promedio del frijol de soya entero y de la harina resultante de la extracción de aceite:

	Proteína	Aceite	Carbohidratos	Ceniza
Frijol de soya entero	39%	18%	25%	4.8%
Harina de soya*	44%	0.5%	33%	6.0%

(\*Producida por el proceso de extracción con solvente).

La harina de soya es un excelente alimento rico en proteínas. Como alimento proteínico,

es mucho más rico que las leguminosas de grano, 44% frente a 20 a 25%, por lo cual sirve de útil complemento a los cereales de grano pobres en proteínas. La harina es rica en minerales, particularmente calcio, fósforo y hierro, y tiene también un contenido, entre bueno y excelente, de las vitaminas tiamina, riboflavina y niacina. Al igual que otras leguminosas, la proteína es algo deficiente en dos aminoácidos esenciales—metionina y cistina; éstos suelen ser suficientes, empero, en los cereales de grano. También puede usarse como "extensión" de las proteínas animales bien balanceadas (carne, leche, huevos, pescado).

El aceite de soya se emplea para cocinar, para hacer margarina, como aceite para ensaladas, y en repostería. La harina de soya para hornear (obtenida de la harina ordinaria) puede mezclarse con harina de trigo (hasta un 20%) para producir una gran variedad de platillos de repostería, golosinas, helado y pastas, mucho más ricos en proteína que los que se fabrican con harinas de cereal únicamente.

#### Adaptación

Los requisitos climáticos para la soya son aproximadamente los mismos que para el maíz. Se requieren suministros moderados de humedad para facilitar la germinación y el desarrollo temprano de la planta, pero el cultivo soporta cortos períodos de sequía una vez que las plantas están bien establecidas. En general, la combinación de altas temperaturas y escasas lluvias son desfavorables, en términos de grano, así como en función del rendimiento y la calidad del aceite. Las temporadas húmedas no son desfavorables, siempre que el suelo no llegue a encharcarse. El período de germinación puede ser crítico; la temperatura del suelo debe ser de más de 15° C y la tierra deberá estar húmeda en el momento de la siembra. Según parece, las temperaturas óptimas para el desarrollo vegetativo oscilan entre 20 y 25° C.

La soya crece en casi todos los suelos bien drenados, pero es especialmente productiva en tierras fértiles. No es tan sensible a los suelos ácidos como muchas otras legumbres. Sólo tiene un requisito altamente esencial: la semilla debe inocularse con bacterias nodulares frescas (viables) del frijol de soya para que se puedan satisfacer los altos requerimientos de nitrógeno de la planta. Ninguna otra cepa de bacterias nodulares logran inocular las plantas de soya, siendo un requisito primordial realizar la inoculación con bacterias frescas en el momento de la siembra, a menos que se haya producido recientemente en el terreno un cul-

tivo saludable de soya—en este último caso, el suelo ya estará inoculado en forma natural.

### *Descripción*

La soya es una leguminosa anual de verano que suele ser erecta, arbustiva y bastante abundante en hojas. La altura de las variedades oscilan entre 40 y 120 cm, con períodos de crecimiento que duran de 75 a 150 días. La mayoría de las variedades tienen un tallo principal bien definido que se ramifica a partir de los nudos inferiores cuando las plantas tienen espacio suficiente. Muchas variedades de soya tienen un hábito de crecimiento determinado; es decir, las plantas alcanzan un tamaño definido, producen flores y semilla y mueren. Las dos primeras hojas son unifoliadas y las restantes son trifoliadas, con grandes diferencias en cuanto a la forma y el tamaño de las hojuelas. A medida que se aproximan a la madurez, las hojuelas empiezan a tornarse amarillas; finalmente se desprenden de la planta antes que las vainas maduren. Toda la planta se cubre de un fino vello de color tostado o gris.

Las pequeñas flores moradas o blancas nacen en cortos pedúnculos que surgen en los nudos de los tallos. Las vainas son pequeñas, rectas o ligeramente curvas, y su color fluctúa entre pajizo, gris en distintas tonalidades, castaño y casi negro. Las vainas contienen de 1 a 4 semillas de forma entre redonda y elíptica. Las variedades comerciales más populares tienen semillas color pajizo, pero las de otras variedades pueden ser amarillo verdosas, verdes, castañas o negras. La cascarilla de las semillas de variedades con coloración clara puede estar moteada de castaño o negro, siendo ésta una característica hereditaria y, a la vez, provocada por el ambiente, sin que se afecte, de ordinario, la calidad del grano.

Normalmente, la soya se autopoliniza pues la polinización tiene lugar antes que las flores se abran. Algunas veces puede suceder que exista, en pequeña medida, la polinización cruzada, dando lugar a tipos heterogéneos en el cultivo siguiente.

### *Varietades*

Hay cuando menos 100 variedades establecidas de soya en los campos comerciales de los países que se localizan en la zona templada. Su período de crecimiento fluctúa entre 75 y 150 días, y han sido elegidas por su adaptación a la secuencia de días largos de desarrollo vegetativo y días cortos para la floración y la producción de simiente. Existen tipos adecuados para su cultivo en los trópicos o los subtrópicos,

pero es indudable que los programas de reproducción selectiva serán indispensables para impartir una mejor adaptación a dichos tipos. En particular, algunas variedades adaptadas a la Faja del Maíz y a los Estados del sur de E.U.A. son también adecuados para los trópicos y los subtrópicos.

Las variedades difieren ampliamente en todas las características de la planta y la semilla. Las características más importantes que se persiguen son un elevado potencial de rendimiento, resistencia de las enfermedades y plagas de insectos predominantes en la localidad, y la inmunidad de las vainas maduras al desgranamiento espontáneo. El Departamento de Agricultura de E.U.A. ha reunido colecciones de variedades de soya, las cuales pueden ser complementadas con variedades de otras regiones, para ser evaluadas en el campo, en las regiones donde se desee introducir el cultivo. Tal evaluación de campo debe efectuarse empleando las prácticas de cultivo que favorezcan el alto rendimiento de la soya, dando a todas las razas de ésta la misma oportunidad de prosperar. Mediante este procedimiento se podrán identificar las razas que resultarán más útiles, en su forma actual, y también se encontrarán las que puedan servir para obtener de ellas un programa completo de reproducción selectiva.

### *Fertilización*

#### *Cultivo*

De ordinario, la soya no requiere fertilizantes nitrogenados complementarios, pues la planta es una leguminosa y satisface sus necesidades de nitrógeno merced a los nódulos radiculares. Sin embargo, el cultivo es único en cuanto a que solamente la cepa de bacterias de los nódulos de la soya es capaz de producir estos nódulos en la planta, mientras que muchas otras leguminosas no son tan específicas en cuanto a las cepas de bacterias que pueden inocularlas.

La soya tiene requerimientos bastante altos de nutrimentos minerales, especialmente fósforo, calcio, magnesio y azufre. Si se emplea superfosfato ordinario como fertilizante, éste suministra todos esos nutrimentos. Sin embargo, si se emplea superfosfato concentrado por su contenido escaso o nulo de azufre, éste deberá proporcionarse por otros medios para compensar las deficiencias del suelo. La soya prospera bien en suelos de elevada fertilidad, sobre todo cuando se cultiva a continuación de maíz o sorgo fuertemente fertilizados.

El mejor indicador de las necesidades de fertilizante lo constituyen los ensayos de campo

efectuados en el suelo de que se trate. Teniendo en cuenta que la mayoría de los suelos tropicales y subtropicales son deficientes en minerales para el cultivo de soya, se sugiere que el superfosfato ordinario se aplique en proporciones que aporten 100 kg de  $P_2O_5$  por hectárea. Un punto crítico en la aplicación de esos minerales lo constituye la colocación adecuada de modo que no interactúe con el suelo, pues se volvería inerte, y de manera que esté fácilmente accesible al sistema radicular de las plantas jóvenes.

Estos objetivos se pueden alcanzar colocando el fertilizante en bandas debajo de la semilla. Un método práctico consiste en abrir un surco poco profundo, esparcir el fertilizante, cubrirlo con una capa de 5 a 8 cm de suelo, colocar la semilla encima, y finalmente cubrirla con una capa de 3 a 5 cm de tierra. Tal colocación puede realizarse también con máquinas capaces de esparcir el fertilizante y también dejar caer la semilla, sobre todo en plantaciones comerciales en gran escala. La siembra a máquina no es más eficaz que la siembra manual que se efectúa en forma adecuada.

Hay pruebas abundantes de que el rendimiento de los cultivos, particularmente si se trata de leguminosas, sufre mermas a causa de deficiencias de "vestigios" de elementos cuando las plantas se cultivan en suelos tropicales y subtropicales. Dichos elementos son manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno, y la deficiencia de uno o más de ellos puede nulificar toda respuesta a los fertilizantes. Hasta que se realice la investigación necesaria para identificar los elementos deficientes en cada grupo de suelos, se sugiere que se lleven a cabo ensayos de campo para determinar el valor del estiércol animal añadido a los fertilizantes minerales. El estiércol suele contener pequeñas cantidades de los vestigios de elementos en formas disponibles. Este puede esparcirse en el fondo de surcos, junto con fosfato, o puede aplicarse en el fondo de un surco hecho con el arado, aproximadamente abajo de donde se sembrará la hilera de plantas. La colocación en el surco conserva el suministro de estiércol, el cual generalmente escasea.

#### *Preparación de la tierra para la siembra*

La tierra debe prepararse, para la siembra, como en el caso del maíz. Deberá exterminarse toda la vegetación viviente, eliminando o enterrando con el arado los desperdicios, y desmenuzando los terrones grandes. La soya debe sembrarse en suelo mullido y húmedo para

propiciar la germinación rápida. Las costras que se forman en el suelo cuando hay lluvias abundantes seguidas de rápida desecación al sol, pueden impedir la emergencia de las plantas y producir herbajes ralos e irregulares. Cuando se siembre en suelo húmedo y cálido, la germinación tendrá lugar al cabo de tres días, antes que las costras tengan tiempo de endurecerse.

#### *Siembra*

La soya puede cultivarse en hileras muy cercanas entre sí, sin labranza, o en hileras espaciadas de modo que se permita la labranza. La siembra en hileras es preferible cuando la maleza representa un problema. Bastarán entre 60 y 70 kg de semilla para sembrar una hectárea cuando las hileras estén espaciadas de 60 a 90 cm. La semilla debe sembrarse en forma bastante superficial, 3 a 5 cm de profundidad, en suelo húmedo. El objetivo consiste en lograr un espaciamiento, entre plantas, de unos 5 cm en las hileras.

La soya se puede cultivar en rotación con cereales de grano siempre que la hierba bruja (*Striga* spp.) constituya una plaga grave, pues este parásito no ataca la soya (ni otras leguminosas); la abundancia de la hierba bruja se ve considerablemente reducida en el cultivo siguiente. La soya es una planta anual de temporada cálida y existen variedades cuya temporada de crecimiento es más larga o más corta y que pueden ajustarse a la "temporada de lluvias" entre los períodos secos, en los trópicos, o a la temporada cálida en los subtropicos. (NOTA: No se hacen recomendaciones sobre el tratamiento de la semilla antes de la siembra pues los tratamientos químicos son tóxicos si el excedente de semilla se destina al consumo humano, y porque deben observarse los reglamentos de cada país.)

#### *Control de las malas hierbas*

En las primeras fases de su desarrollo, la soya no compete vigorosamente con las malas hierbas, por lo que éstas deben eliminarse antes que achaparren las plantas de soya. La eliminación temprana de la maleza, antes que los sistemas radiculares lleguen a ser competitivos, es una precaución esencial. El deshierbe manual o con azadón, o la labranza deben realizarse en forma temprana cuando las malas hierbas son pequeñas y pueden destruirse con facilidad.

Si la eliminación de la maleza resulta impracticable por el daño que se ocasionaría a los

sistemas radiculares de la soya, puede ser adecuado el empleo de algún herbicida selectivo que elimine la maleza sin perjudicar la soya. El herbicida elegido debe ser eficaz sobre la especie de mala hierba de que se trate.

#### ***Control de las enfermedades***

Hay dos medidas preventivas que resultan efectivas para el control de las enfermedades de la soya: (1) sembrar una variedad o raza que sea resistente a las enfermedades predominantes, y (2) practicar la sanidad del terreno. La sanidad del terreno consiste en medidas que reducen la cantidad del inóculo de la enfermedad que se encuentra en el campo cuando el cultivo empieza a crecer. Incluye rotación de cultivos, de modo que la soya no se produzca en el mismo campo en temporadas sucesivas, así como la prontitud en eliminar o enterrar con el arado todos los residuos de la cosecha de soya. En general, no se ha considerado necesario aplicar fungicidas a las plantas en desarrollo para combatir las enfermedades.

#### ***Control de las plagas de insectos***

Al igual que cuando se trata de controlar las enfermedades, hay dos medidas preventivas eficaces: (1) sembrar variedades o razas resistentes a las plagas de insectos predominantes, y (2) eliminar todos los residuos de la cosecha con prontitud. Los residuos pueden servir de alimento al ganado o enterrarse con el arado. Estas prácticas reducen la población de la plaga de insectos y mengua el número de los que atacarán al nuevo cultivo. Es posible que plagas de insectos lleguen a volverse problemáticas a pesar de las medidas preventivas. En esos casos, deberá aplicarse un insecticida en cuanto la plaga adquiera caracteres graves; el trata-

miento oportuno es más eficaz que si se efectúa con retraso. El insecticida elegido debe ser tóxico para la plaga de insectos de que se trate, en forma específica. (Véase la nota al pie de la página correspondiente a Protección del Cultivo.)

#### ***Cosecha***

La soya debe dejarse secar en el campo hasta que su semilla tenga sólo un 10% de humedad o menos. El secado se realiza con rapidez en clima soleado, después que las hojas han caído. Este secado en el campo exige que la variedad que se cultive no sea de las que se desgranar espontáneamente. El cultivo puede cosecharse a mano o a máquina.

La trilla puede efectuarse a mano o con una máquina trilladora ajustada de modo que la semilla no se agriete ni se parta. Si el grano no está completamente seco cuando se trilla, debe dispersarse en capas delgadas, sobre un piso de secado, volteándola periódicamente hasta que esté completamente seca, para que no se emmohezca en el almacén.

#### ***Almacenamiento***

Los insectos causan pocos problemas, o ninguno, si la humedad es suficientemente baja para permitir un almacenamiento satisfactorio y si las instalaciones correspondientes son a prueba de intemperie. La soya tiene que estar suficientemente seca (10% o menos) cuando se pone en el almacén, y debe conservarse en esa forma a fin de que se retenga la viabilidad de una temporada a la siguiente.

*Nota:* Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture" por Wrigley (la Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

## CAPITULO 22

### AJONJOLI<sup>1</sup> (*Sesamum indicum*)

Otros nombres comunes: sésamo, simsim, bene, benne, alegría, etc.

#### *Distribución geográfica*

El ajonjolí es una planta comestible muy antigua que se cultiva extensamente en las regiones tropicales y subtropicales. Se puede cultivar y cosechar con éxito sin emplear medios mecánicos; tiene una amplia variedad de usos y existen mercados domésticos e internacionales bien desarrollados para la semilla. Los principales productores (además de China) son la India, Birmania, Pakistán, Turquía y Tailandia en Asia; Egipto, Etiopía, Sudán y Uganda en Africa; Venezuela, Colombia, México y Nicaragua en América. Los rendimientos promedio más elevados que se han registrado en países tropicales son 1,180 kg por hectárea en Egipto (bajo riesgo), 950 kg por hectárea en Arabia Saudita (con riesgo), 830 kg por hectárea en México y 690 kg por hectárea en Colombia. Estos rendimientos no alcanzan a los 2,000 kg por hectárea registrados en la producción del campo en la parte sur de los E.U.A. (de temporal), lo que indica un gran potencial para la aplicación de la tecnología moderna al cultivo de esta planta. El desarrollo de tipos no desgranables espontáneamente, que ahora se está intentando, incrementará sin lugar a dudas la popularidad del cultivo y estimulará considerablemente las nuevas investigaciones sobre variedades y prácticas de cultivo mejoradas.

#### *Utilización*

La semilla de ajonjolí es un importante artículo de importación en todo el mundo. Llega en cantidad apreciable a casi todos los países europeos. En Asia, los principales países importadores son China, Japón, Hong Kong, Israel, Malasia, Arabia Saudita y Taiwán. En Africa, la R.A.U. (Egipto) es un importador de gran importancia. A diferencia de otras semillas oleaginosas, prácticamente la totalidad de

las cosechas de ajonjolí se comercializan en forma de semilla; no existen estadísticas acerca de aceite o pasta de ajonjolí en el comercio extranjero.

#### *El ajonjolí como alimento*

La semilla de ajonjolí entera se usa como alimento, después de quitarle la cascarilla por abrasión, siendo la harina de dicha semilla (después de la extracción del aceite) un alimento rico en proteínas. La composición promedio de la semilla entera y de la harina después de la extracción del aceite es como sigue:

Ajonjolí (%)	Proteína (%)	Aceite (%)	Carbohidrato (%)	Materia mineral (%)
Semilla entera	22	43	11	3
Harina	43	9	23	4

La proteína del ajonjolí difiere de la de todas las leguminosas comestibles de grano y de las semillas oleaginosas (incluyendo cacahuate y soya) porque está bien abastecida de los aminoácidos esenciales, metionina y cistina, pero es deficiente en lisina. La proteína del ajonjolí puede complementar a las leguminosas comestibles de grano en la dieta humana, y sirve de "extensión" de las bien balanceadas pero escasas proteínas animales (carne, leche, huevos, pescado). El ajonjolí es un importante complemento alimenticio de las dietas ricas en cereales, plátano y otros alimentos feculentos.

El ajonjolí es un importante cultivo de semillas oleaginosas para los trópicos y los subtrópicos. El aceite se usa abundantemente para cocinar, directamente como condimento de muchos platillos, y para la iluminación. Puede utilizarse en la producción de margarina.

La harina de ajonjolí, que se obtiene mediante la extracción del aceite de la semilla descascarada, es una riquísima fuente de pro-

<sup>1</sup> Editado por D. M. Yermanos, Profesor de Agronomía, Dept. of Plant Sciences, College of Biological and Agricultural Sciences University of California, Riverside, California 92502.

teína. Tanto la semilla entera como la harina son ricas en calcio, fósforo y hierro. Igualmente están bien abastecidas de las vitaminas tiamina, riboflavina y niacina.

La pasta de ajonjolí, obtenida por la extracción del aceite sin descascarar la semilla, es un excelente forraje rico en proteína para las aves de corral, los cerdos y los rumiantes.

### **Adaptación**

El ajonjolí se produce como cultivo de verano en las regiones subtropicales y, si cuenta con lluvias adecuada, se cultiva en cualquier estación en los trópicos. Prospera con clima cálido y tolera temporadas considerablemente secas una vez que las plantas están bien establecidas. Se adapta a regiones de lluvia entre moderada y abundante, pero no a las muy lluviosas (condiciones de selva de lluvia). Las zonas de sabana se adaptan mejor al ajonjolí, ajustándose la producción a las temporadas en que la lluvia es adecuada para el crecimiento de las plantas.

El ajonjolí se adapta a una gran variedad de suelos, pero prefiere los que son fértiles y terrosos. La planta crece en regiones con lluvia limitada, en suelos profundos que almacenan la lluvia en su perfil. La planta responde a los fertilizantes completos pues la semilla tiene un alto contenido de los elementos que los fertilizantes proporcionan.

El ajonjolí se incluye de varias formas en los sistemas agrícolas. Existen variedades de temporada corta y de temporada más larga, lo que permite su utilización como cultivo principal o como cultivo secundario que complementa un cultivo principal. Se requiere un trabajo intensivo para el cultivo, pero la cosecha es muy sencilla (salvo en lo referente a las precauciones tendientes a evitar la pérdida de semilla por desgranamiento), y su procesamiento para el uso doméstico resulta fácil. La semilla de ajonjolí y sus derivados gozan de gran aceptación en los países tropicales.

### **Descripción**

El ajonjolí es una planta anual, herbácea, erecta. Las variedades tienen una altura que oscila entre 40 y 200 cm. Los tallos tienen lados cuadrados, con surcos longitudinales y un denso vello. Las hojas nacen en cortos tallitos (pecíolos), y su forma varía de lanceoladas a oblongas ovales, con una longitud de 3 a 17 cm y de 1 a 6 cm de anchura. Las flores (de 3 cm de largo) nacen en las axilas de las hojas, individualmente o en grupos de 2 ó 3. La flor es

acampanada y los bordes de la corola están rizados; su color es rosado o blancuzco, con manchas moradas o amarillas. La vaina de la semilla (cápsula) tiene dos o cuatro celdas, nace erecta, tiene forma oblonga, con un diámetro de 1 cm aproximadamente y de 2 a 2.5 cm de longitud. Durante la floración, los capullos más bajos en el tallo florecen primero y la floración asciende hasta el ápice de la planta al cabo de varios días. Las vainas maduras son dehiscentes pues se parten por la punta, permitiendo que toda la semilla madura se pueda desgranar con facilidad con solo invertir el tallo de la planta. Esta característica de la vaina impone la necesidad de cosechar a mano para evitar la pérdida de semilla, por la cual no ha sido posible la producción mecanizada de la semilla. La creación de tipos no desgranables que puedan trillarse en forma mecánica incrementará considerablemente la adaptabilidad de esta planta oleaginosa.

Las semillas de diferentes variedades son de color blanco cremoso, rojo oscuro, castaño o casi negro. Las semillas de color claro son las preferidas en el comercio mundial. La cascariella de la semilla es relativamente delgada y se desprende fácilmente por abrasión, para el aprovechamiento directo de la semilla entera como alimento y para la extracción de aceite, así como para la producción de harina, como complemento alimenticio rico en proteína.

### **Variedades**

Existen muchísimas variedades, tipos y partidas mixtas de semilla de ajonjolí que se pueden obtener de los países donde esta planta es un cultivo importante. Los E.U.A. han reunido una colección limitada de variedades mejoradas y de nuevos tipos, particularmente de los que no se desgranar espontáneamente, que pueden resultar útiles para cualquier país que busque tipos de ajonjolí más productivos. Venezuela ha mantenido un programa de reproducción selectiva del ajonjolí desde hace varios años. Las recolecciones de la India y del Lejano Oriente deben contener, sin duda otros tipos valiosos de evaluación en el campo.

Por ser una planta autopolinizada, las selecciones de ajonjolí tienden a conservar sus características hereditarias, por la cual resulta fácil manejar el incremento de la semilla y la distribución. Ocasionalmente, se producen híbridos naturales mediante la polinización cruzada que provocan los insectos, y la descendencia de tales híbridos muestra una variabilidad considerable durante varias genera-

ciones de plantas antes que las selecciones logren reproducirse conservando sus características hereditarias. Tales híbridos deben ser eliminados de los campos de simiente para conservar la pureza genética de la variedad que se pretende incrementar. Sin embargo, estos híbridos naturales y los que se producen intencionalmente por reproducción cruzada pueden ser útiles en el desarrollo de nuevas variedades de ajonjolí.

La evaluación en el campo de los tipos y variedades y de las partidas mixtas no seleccionadas, para determinar su capacidad de rendimiento, las características de planta y semilla, y la resistencia a enfermedades e insectos es una operación que debe efectuarse. En esos ensayos de rendimiento, deben seguirse prácticas de cultivo apropiadas para permitir una evaluación completa de todo el potencial de productividad que el cultivo posea. De poco sirve ensayar con niveles inadecuados de manejo del cultivo.

Deben seleccionarse las variedades que se puedan sembrar y cultivar durante la temporada en que la lluvia pueda propiciar una cosecha satisfactoria. La adaptación a la distribución de las lluvias y a los posibles suministros de agua del subsuelo es fundamental para lograr el éxito con el ajonjolí.

### **Prácticas de cultivo**

#### **Fertilizantes**

Por no ser planta leguminosa, el ajonjolí requiere una fertilización muy diferente de la que conviene a dichas plantas (leguminosas comestibles de grano, cacahuete y soya). Los fertilizantes de nitrógeno son sumamente importantes como complemento de la fertilidad natural del suelo, para satisfacer las necesidades del cultivo para producir mayores rendimientos. La cantidad de fertilizante nitrogenado óptima debe determinarse mediante ensayos de campo. Para los ensayos iniciales, se sugiere suministrar el equivalente de 50 kg de nitrógeno por hectárea. Este se puede aplicar a voleo antes de la siembra o inmediatamente después de ella, para que las lluvias subsecuentes lo infiltren en el suelo.

El problema es algo más complejo cuando se trata de fertilizantes minerales, pues éstos deben colocarse en bandas, debajo de las hileras, para minimizar su interacción con el suelo, la cual vuelve inertes a los fosfatos. Los suelos tropicales y subtropicales suelen tener gran poder "fijador" para los fosfatos, por lo cual la aplicación de tal fertilizante a voleo o en mez-

clas con la tierra produce beneficios exiguos a las plantas. Un método práctico para lograr la colocación efectiva del fertilizante consiste en abrir un surco poco profundo, esparcir el fertilizante de fosfato (y potasa) en el fondo del surco, cubrirlo con una capa de 5 a 8 cm de tierra, plantar encima la semilla y cubrirla con otros dos centímetros de suelo. Los ensayos iniciales para medir la respuesta a los fertilizantes minerales pueden incluir 50 kg de  $P_2O_5$  por hectárea, y 25 kg de  $K_2O$  por hectárea. Las cantidades óptimas pueden determinarse empleando incrementos mayores, hasta que la respuesta del cultivo deje de incrementarse.

Al suministrar fosfato, debe tenerse presente que el superfosfato ordinario contiene los elementos esenciales: calcio, magnesio y azufre. Sin embargo, si se emplea superfosfato concentrado o fosfato de amonio, conviene tener presente que no contienen azufre, el cual debe proporcionarse por otros medios.

Un factor adicional de la fertilidad del suelo que debe considerarse en los trópicos y los subtropicos es el suministro de "vestigios" de elementos que se deben incluir para que se produzcan respuestas normales a los fertilizantes. Estos vestigios de elementos son manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Mientras no se identifiquen, mediante pruebas de campo, los elementos deficientes en los diferentes grupos de suelos, puede ser útil hacer aplicaciones de abonos animales, los cuales suelen contener pequeñas cantidades de esos elementos en forma disponible. El estiércol animal se puede esparcir con el fosfato en un surco de siembra, o puede aplicarse por separado en un surco cavado aproximadamente debajo de donde se encontrará la futura hilera de plantas. Este método de aplicación del estiércol permite conservar los suministros que, de ordinario, son limitados.

#### **Preparación de la tierra para la siembra**

Por ser pequeña, la semilla de ajonjolí se debe sembrar muy superficialmente, en tierra firme pero mullida. Toda la maleza viviente debe eliminarse, retirando los restos o enterrándolos. Como la planta suele cultivarse en regiones poco lluviosas, la labranza preparatoria debe efectuarse *a través* de las pendientes para yudar a la retención de la lluvia y minimizar las pérdidas por desagüe.

#### **Siembra**

El ajonjolí debe sembrarse en suelo húmedo, a unos 2 cm de profundidad, para propiciar la

germinación rápida. Esto es particularmente importante en suelos propensos a encontrarse como resultado del desecamiento al sol después de lluvias intensas. Las hileras deben espaciarse 75 cm aproximadamente, y la semilla debe sembrarse en proporciones que garanticen una planta cada 6 a 12 cm de hilera. Cuando el suelo es pesado y puede entorpecer la emergencia de las plántulas, debe incrementarse la proporción de siembra, reduciendo el herbaje después de la emergencia, hasta el nivel deseado, mediante aclareo. Se deben sembrar 5 kg de semilla por cada hectárea.

#### *Control de las malas hierbas*

El control de la maleza es la principal razón para la labranza del ajonjolí. El ajonjolí no se asfixia fácilmente a causa de la maleza, pero ésta reduce los rendimientos por la competencia que representa en cuanto a humedad y nutrientes. Las malas hierbas deben eliminarse cuando son aún pequeñas para evitar su competencia con los sistemas radiculares del ajonjolí. El deshierbe por arrancamiento, con el azadón o por labranza, cuando la maleza es más grande reduce los rendimientos. Si no se puede aplicar oportunamente otro método de control de las malas hierbas, puede ser indispensable emplear algún herbicida selectivo que elimine la maleza presente sin perjudicar al ajonjolí. (NOTA: no se hacen recomendaciones acerca del tratamiento de la semilla antes de la siembra pues dichos tratamientos resultan tóxicos si los excedentes de semilla de destinan al consumo humano; además, deben observarse los reglamentos de cada país. Debe tenerse extremo cuidado en el empleo de herbicidas e insecticidas químicos. Las aplicaciones de tales productos, si se hace ya bien entrada la temporada de crecimiento, puede provocar la presencia de residuos químicos en la semilla, lo cual la vuelve inaceptable para el comercio.)

#### *Control de las enfermedades*

Las lluvias frecuentes y la humedad relativa alta pueden provocar brotes de enfermedades en el ajonjolí. En climas con lluvia entre moderada y limitada, la prevención de las enfermedades es factible mediante dos prácticas: (1) cultivar razas o variedades resistentes a las enfermedades que prevalecen en la localidad y (2) la sanidad en el campo. Esta debe incluir rotación de cultivos de modo que el ajonjolí no se cultive en el mismo campo durante temporadas sucesivas, y también la eliminación de

todos los residuos vegetales después de la cosecha. Estas prácticas reducen considerablemente el peligro de enfermedades, y el control de las mismas no debe ser un problema considerable en climas más secos adecuados para el ajonjolí.

#### *Control de las plagas de insectos*

Si se siembra con prontitud en cuanto empiezan las lluvias, después de un periodo seco, se evitará la mayoría de los problemas que provocan los insectos, o al menos algunos de sus daños. Hay otras dos medidas preventivas que deben aplicarse: (1) sembrar razas o variedades que sean resistentes a las plagas de insectos predominantes, y (2) eliminar todos los residuos inmediatamente después de la cosecha. Estas prácticas, combinadas con la siembra temprana, reducen el daño que causan los insectos. Empero, siempre que determinados insectos se multipliquen hasta llegar a ser un grave peligro de daños, se deberá aplicar un insecticida que sea tóxico para la especie en cuestión. El tratamiento expedito tiene las mayores probabilidades de ser eficaz. En general, el ajonjolí no resulta gravemente dañado por las plagas de insectos.

#### *Cosecha y trilla*

Las variedades difieren en cuanto a la duración de su periodo de crecimiento, el cual oscila entre 85 y 150 días. La cosecha debe realizarse con prontitud, en cuanto las primeras vainas (cápsulas) empiecen a reventar, con lo cual se evita la pérdida de semilla. Las plantas deben segarse al nivel del suelo (o arrancarse), atándolas en pacas o gavillas, las cuales se apilan verticalmente para que sequen completamente. Cuando todas las vainas del haz han reventado por sus puntas, las gavillas se invierten cuidadosamente sobre un lienzo o un piso de trilla, y las semillas se derraman sin necesidad de mayal. La cosecha se limpia por tamizado y aventamiento de la semilla. Si se cuenta con combinadas para grano, la trilla puede efectuarse con ellas, yendo de uno a otro haz.

Si el contenido de humedad de la semilla es de 10% o menor, no debe producirse enmohecimiento alguno durante el almacenamiento.

#### *Control de las plagas de insectos en el almacén*

Los granos y semillas que se almacenan siempre están expuestos al ataque de insectos, en los trópicos, a menos que se les trate en forma adecuada. Todas las estructuras y reci-

mientos de almacenamiento vacíos deben tratarse con malatión u otro insecticida eficaz, antes de colocar en ellos la cosecha, a fin de eliminar a los insectos que en ellos se alojan. La semilla debe ser fumigada al entrar al almacén, para matar los insectos acarreados con ella desde el campo. Si se producen infestaciones de insectos en fecha posterior, deberán apli-

carse nuevas fumigaciones. Para mayores detalles sobre fumigación, véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre control de las plagas de insectos en el almacén.

Nota: Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture" por Wrigley. (la Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

## CAPITULO 23

### GIRASOL<sup>1</sup> (*Helianthus annuus*)

Otros nombres comunes: mirasol, tornasol, gigantón, maíz de Texas, flor del sol, acahual, etc.

#### *Distribución geográfica*

El girasol es un cultivo relativamente nuevo en la mayoría de las regiones del mundo, si bien se le ha cultivado como fuente primordial de aceite en los países del este de Europa durante varias décadas. Al igual que el maíz, el girasol es una especie vegetal nativa de Norteamérica y se cree que tuvo su origen en el suroeste de los E.U.A. o en las mesetas de México. El girasol fue introducido en Europa en el siglo XVIII, y después llegó a la Unión Soviética. Los científicos soviéticos lograron adaptar el girasol a sus condiciones ecológicas particulares y emprendieron un programa enérgico y de gran éxito, encaminado al mejoramiento de las variedades.

Actualmente, el girasol ocupa el segundo lugar entre los cultivos de semillas oleaginosas más importantes (a continuación de la soya) en la producción mundial. Esta es mucho mayor en los países de la zona templada, que en los trópicos. La producción en la zona templada es mayor en Argentina, Bulgaria, Rumania, Yugoslavia, la U.R.S.S. y Uruguay, mientras que la producción de girasol en los trópicos y los subtropicos se localiza en Etiopía, Marruecos, Tanzania y Turquía, donde se le suele cultivar como cultivo principal, en rotación con maíz, sorgo y mijo, y con frecuencia con cultivos tales como el cacahuete y las leguminosas comestibles de grano. La resistencia del girasol al calor y la sequía es semejante a la del sorgo y el mijo. Aparentemente, el girasol está bien adaptado a todas las regiones de sabana tropicales y subtropicales; responde bien al clima soleado, con lluvias intermitentes, humedad relativa entre moderada y baja, y gran variedad de condiciones del suelo. Se han desarrollado variedades

mejoradas para los países de la zona templada, pero se han obtenido pocas variedades desarrolladas específicamente para la agricultura tropical. En todas las áreas donde se produce, el cultivo se utiliza tanto para consumirse directamente como alimento, como para obtener aceite y pasta de semilla oleaginosas, que compite en el mercado con los productos de otras plantas comestibles de semilla oleaginosas. La semilla de girasol tiene un rendimiento que oscila desde más de 2.000 kg por hectárea, en Yugoslavia, hasta apenas 350 kg en algunos países tropicales. Es probable que los potenciales de rendimiento en los países tropicales lleguen a igualar los que se alcanzan en las zonas templadas, cuando se desarrollen variedades adaptadas y una tecnología comparable.

El girasol puede emplearse efectivamente como cultivo de subsistencia o como cosecha comercial. Puede contribuir a satisfacer las demandas del mercado doméstico, o servir de cultivo para la exportación (semilla, aceite y torta). Los países europeos importan aproximadamente el 85% de la cosecha que ingresa en los canales del comercio mundial, y los países asiáticos, alrededor del 15%. El aceite de girasol es semidesecante (como el de soya) y se puede usar como aceite comestible o para aplicaciones industriales.

#### *La semilla de girasol como alimento*

Las semillas de girasol se consumen enteras, con sal, y como pulpa de nuez tostada (descascaradas). La cosecha se puede procesar para extraer su aceite, aprovechando la semilla con cáscara o sin ella. La torta que contiene cáscara es excelente para el ganado rumiante, y la torta y la harina obtenidas al procesar la semilla descascarada son estupendos alimentos proteínicos para la dieta humana. El procesamiento comercial de una tonelada métrica de semilla para aceite produce, en números redondos, 400 kg de aceite, 350 kg de harina y 200 kg de cáscara. La composición promedio de la semilla entera, de la descas-

<sup>1</sup> Editado por D. E. Zimmer, Jefe, Oilseed Research, North Central Region, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, en cooperación con la North Dakota State University, Fargo, North Dakota 58102 y B. E. Caldwell, Científico del Plantel (semillas oleaginosas), National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

carada y de la harina de girasol se describen a continuación:

	Proteína	Aceite	Carbohidratos	Materia mineral
	(%)	(%)	(%)	(%)
Semilla entera (con cáscara)	20	46	25	4
Granos desnudos	24	55	12	4
Harina (de semilla descascarada)	50	4	36	8

La proteína del girasol es superior a la mayoría de las proteínas de hortaliza e igual a la de soya en términos de digestibilidad, siendo comparable a ésta en su valor biológico. La proteína del girasol está relativamente más balanceada en cuanto a aminoácidos esenciales, que la mayoría de las proteínas de hortalizas. Aunque es un tanto deficiente en lisina, el valor dietético neto de la proteína del girasol es, en un 93%, tan alta como la proteína normal del huevo que emplean como norma los nutriólogos. La proteína de la soya se califica en 62% y la del cacahuate 69%.

La semilla y la harina de girasol son ricas en calcio, fósforo y hierro, los cuales son esenciales en la dieta humana. Su contenido de las vitaminas tiamina, riboflavina y niacina es también muy elevado.

El aceite se usa para cocinar, como combustible en lámparas de aceite, y en la fabricación de margarina y condimentos alimenticios.

#### Clases de girasol

Hay dos clases diferentes de girasol cultivado, una de semilla oleaginosa y otra de confitura o huerto. Las variedades que se agrupan en la clase de semilla oleaginosa se caracterizan por tener semillas más pequeñas y oscuras, con un contenido mayor de aceite y menor de cáscara, que las variedades que se clasifican como de confitería o de huerto. La cáscara de las variedades de confitería es más gruesa y no se adhiere tanto al grano, lo cual facilita el descascarillado. En el mundo occidental, las variedades de la clase oleaginosa se usan exclusivamente para la extracción de aceite mientras que las de confitería se emplean primordialmente para sazonar o como fuente de pulpa de nuez para tostar.

#### Adaptación

El girasol se adapta mejor a los climas de sabana y puede contraer enfermedades si se cultiva en zonas muy lluviosas. El cultivo está bien dotado para las zonas tropicales pues no es particularmente sensible a los cambios en la duración del día; la secuencia de crecimiento vegetativo, fructificación y maduración se desarrolla en forma normal en todas las latitudes. Prospera en toda la gama de climas que son adecuados para el maíz, el sorgo y el mijo. Cuando las plantas de girasol están bien establecidas, toleran considerablemente la sequía y el calor recuperándose con rapidez al llegar las lluvias. El girasol es mucho más tolerante a la congelación que el maíz, el sorgo y el mijo sobre todo en las etapas de plántula. En consecuencia, el girasol se puede cultivar en los climas donde las bajas temperaturas ocasionales perjudican gravemente al maíz, al sorgo y al mijo.

El girasol crece en un amplio espectro de suelos, pero prefiere los suelos bastante profundos, con buena capacidad retentiva del agua. Se cree que son tolerantes a suelos de baja fertilidad, y que son alto tolerantes a los suelos salinos y alcalinos que son los más comunes en las regiones más secas. Por ser la semilla del girasol rica en proteínas y minerales, resulta lógico que los altos rendimientos requieran cantidades apreciables de fertilizante para corregir las deficiencias del suelo.

#### Descripción

El girasol pertenece al género *Helianthus*, que se compone de casi 70 especies de plantas, de hábito anual y perenne. Entre las especies anuales, sólo el girasol cultivado, *H. annuus* ha desempeñado un papel importante en la producción agrícola. Sin embargo, algunas de las otras especies pueden servir como valiosas fuentes de plasma germinal para mejorar los tipos cultivados. El girasol cultivado es, en su mayoría, de una sola inflorescencia, produciendo cabezuelas (discos) de flores fértiles agregadas, bordeadas de flores radiales estériles cuyo color es entre amarillo limón y anaranjado. La planta es vigorosa, erecta, anual, siendo la altura de la mayoría de sus variedades de una talla que oscila entre 1.5 y 3 metros. Los tallos son toscos y vellosos. La planta tiene hojas bastante grandes y puntiagudas que nacen de cortos pecíolos, ásperas y vellosas en su totalidad. El diámetro de los discos (cabezuelas) puede variar de 10 a 30 cm según la variedad y la población de plantas. Las flores son

casi totalmente polinizadas en cruz por los insectos, pero en condiciones ambientales favorables, puede tener lugar la autopolinización en cantidad considerable. La semilla es, técnicamente, un aquenio que consiste en un embrión totalmente encerrado en un pericarpio bastante duro.

El girasol tiene un sistema de raíz principal bien ramificado y que se extiende lateralmente por espacio de varios metros y aprovecha adecuadamente la humedad disponible en la parte superior del perfil del suelo. Empero, no logra penetrar en el suelo ni absorber su agua hasta profundidades tan grandes como lo hacen otras muchas plantas de raíz similar.

El nombre de la planta, "girasol", se debe al hecho de que flexiona su tallo (nutación) de modo que la cabezuela y las hojas se orientan hacia el sol durante las horas del día en que hay luz solar, mirando hacia el Este por la mañana, al zenit a mediodía y al Oeste por la tarde. Este hábito de orientarse hacia el sol se suspende parcialmente después de la polinización, y entonces las cabezuelas permanecen orientadas hacia el Este. Esta posición puede aprovecharse cuando la siega se realiza a mano, plantando las hileras de Norte a Sur, con lo cual se facilita la cosecha de las cabezuelas, pues basta segar las que sobresalen del lado Este de cada hilera.

### *Variedades*

Por ser eminentemente cruzada la polinización del girasol, existe una considerable variabilidad dentro de la mayoría de las variedades de esta planta. Las selecciones realizadas para destacar características específicas—altura, duración del período de crecimiento, resistencia a enfermedades, color y tamaño de la semilla, ramificación del tallo y tamaño de la cabezuela, etc.—han producido variedades relativamente distinguibles entre sí. Hasta hace muy poco, el desarrollo de las variedades de semilla oleaginosa se concentraba en la U.R.S.S. y en los países del sureste europeo, donde se lograron progresos significativos hacia el desarrollo de variedades de alto rendimiento y ricas en aceite. Los programas de reproducción selectiva tendientes a desarrollar variedades superiores de semilla oleaginosa y para confitería están ahora en marcha en Argentina, Canadá y los E.U.A.

El reciente descubrimiento de la esterilidad citoplásmica masculina y la restauración de la fertilidad en el girasol ha preparado el camino para la producción eficaz de híbridos de primera generación, en forma muy similar a la de

los híbridos del maíz y el sorgo. Los E.U.A. han sido precursores en el desarrollo de girasoles híbridos por este camino, y algunas variedades híbridas son ahora asequibles en los E.U.A., que ofrecen mayor uniformidad, mayor contenido de aceite, mayor rendimiento, y más resistencia a la enfermedad, que las anteriores variedades de polinización abierta.

Las variedades soviéticas, incluyendo Peredovik, Sputnik, Smena, Armavirsky, Krasnodarets, Armaveric, VN11Mk 8931, que constituyen el grueso de la superficie cultivada en el mundo se producen por polinización abierta, pero con la selección continuada para mantener las buenas cualidades de tipo y rendimiento. A diferencia de las variedades híbridas, las variedades antiguas de polinización abierta tienen una más amplia adaptación ecológica y se desempeñan mejor aún en condiciones considerablemente diversas, en comparación con las variedades híbridas. La variabilidad existente en el girasol, empero, sugiere que pueden desarrollarse híbridos y adaptarse a las diferentes regiones, casi para cualquier condición ecológica específica.

Los países que deseen cultivar girasol como producto agrícola importante deben recopilar semilla del mayor número posible de variedades de polinización abierta e híbridas, para efectuar ensayos de campo en condiciones representativas de la región donde se intenta cultivar la planta. Todas las variedades deben ser sometidas a prueba y cultivarse con prácticas de cultivo diseñadas para producir altos rendimientos.

### *Cultivo*

#### *Fertilización*

Las necesidades de fertilizante del girasol suelen ser similares a las del maíz y el sorgo. El nitrógeno es un requerimiento primordial, seguido por el fosfato. La potasa se requiere en regiones de lluvia entre moderada y buena, pero puede no necesitarse en zonas más secas. Una evaluación preliminar de la respuesta al fertilizante de nitrógeno debe iniciarse con el equivalente de 100 kg de nitrógeno por hectárea. Los fertilizantes de nitrógeno pueden ser aplicados a voleo, o junto con los fertilizantes minerales. En ensayos subsecuentes se deben emplear fertilizantes de nitrógeno en cantidades gradualmente mayores para determinar las dosis óptimas.

Los fertilizantes de fosfato y potasa no deben aplicarse a voleo, sino en franjas ubicadas bajo la semilla. Si se incorpora el fosfato al

suelo, suelen obtenerse escasos beneficios en suelos tropicales y subtropicales, debido a que éstos interactúan rápidamente con el fosfato para volverlo inerte. La colocación del fosfato en franjas bajo la semilla previene en buena medida la interacción indeseable, y garantiza el suministro de nutrimentos para la planta, desde los inicios de la germinación. Un método práctico para colocar los fosfatos (y la potasa) en franjas consiste en abrir un surco poco profundo, colocar el fertilizante en el fondo, cubrirlo con una capa de 5 a 8 cm de tierra, poner encima la semilla y cubrirla con otros 2 a 4 cm de suelo. Esta colocación puede efectuarse también con máquinas en el momento de la siembra. Para la evaluación preliminar de las necesidades de fertilizante mineral, se sugiere que se esparza el equivalente de 50 kg  $P_2O_5$  por hectárea y 25 kg de  $K_2O$  por hectárea. Habrá que efectuar pruebas subsecuentes con cantidades cada vez mayores, hasta que se determine la proporción óptima. El girasol tiene la reputación de ser capaz de alimentarse con los minerales del suelo que otros cultivos no pueden aprovechar, por lo cual las conclusiones que se han sacado en cuanto a las necesidades de fertilizante que corresponden al maíz y al sorgo no se aplican directamente al girasol.

No existen evidencias específicas en cuanto a que las deficiencias en términos de "vestigios" de elementos afecten los rendimientos del girasol, pero la sola posibilidad justifica que se les preste atención, pues la incapacidad de obtener respuestas a los fertilizantes se puede deber únicamente a deficiencias en dichos vestigios de elementos. Los vestigios de elementos son manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Mientras no se identifiquen mediante experimentos las deficiencias específicas de los principales grupos de suelos, se sugiere el empleo de estiércol animal como fuente de los citados elementos. La mayoría de los estiércoles contienen dichos elementos en pequeñas cantidades en formas asequibles para las plantas. Un método práctico consiste en esparcir estiércol en el surco con el fosfato, o bien en esparcirlo en el fondo de un surco cavado durante la preparación de la tierra para la siembra, aproximadamente debajo de donde se encontrará la hilera de plantas. Este método conserva los suministros de estiércol que, en general, escasean.

Al proporcionar el fosfato, debe hacerse notar que el superfosfato ordinario contiene también suficiente calcio, manganeso y azufre para satisfacer la mayoría de las necesidades del cultivo. Sin embargo, el superfosfato concentrado y el fosfato de amonio no contienen azu-

fre, el cual debe proporcionarse por separado si se requiere.

### *Preparación de la tierra para la siembra*

El girasol requiere una preparación de la tierra similar a la del maíz. Todas las malas hierbas deben destruirse, eliminando o enterrando la basura y los desperdicios vegetales, y desmenuzando los terrones grandes. El suelo debe estar húmedo y razonablemente mullido para propiciar una rápida germinación.

### *Siembra*

En las regiones que tienen una temporada de lluvias limitada, la siembra debe efectuarse inmediatamente antes de las lluvias o en cuanto éstas comiencen, para aprovechar cabalmente la precipitación pluvial y eludir el posible daño que causan los insectos. Se deben seleccionar las variedades que utilicen plenamente la temporada de lluvias, pero que maduran en plena temporada de secas. Se puede elegir entre variedades de distintas clases de maduración. La semilla debe sembrarse a una profundidad de 5 a 8 cm, en hileras espaciadas de 50 a 100 cm, en proporciones que produzcan una planta por cada 20 ó 30 cm de hilera. Pueden emplearse espaciamientos mayores o menores para ajustar el cultivo al pronóstico de lluvias, espaciando más en las regiones poco lluviosas y menos en las zonas de alta precipitación pluvial. De 3 a 6 kg (según el tamaño de la semilla) de semilla firme deben bastar para sembrar una hectárea. (NOTA: no hacemos aquí recomendaciones acerca de tratamientos químicos de la semilla porque éstos pueden ser tóxicos si el excedente de la semilla se destina al consumo humano, además de que los tratamientos deben sujetarse a los reglamentos de cada país.)

### *Control de las malas hierbas*

El control de las malas hierbas es importante en la producción de altos rendimientos de girasol, sobre todo en las regiones poco lluviosas, pues la maleza aprovecha la humedad y los nutrimentos que, de lo contrario, serían utilizados por el girasol. La maleza debe eliminarse cuando es aún pequeña, para minimizar la competencia que representa para el cultivo y evitar los daños innecesarios al sistema radicular del girasol. Si no es factible la eliminación expedita, puede ser conveniente emplear algún herbicida selectivo que elimine la mala hierba presente sin perjudicar al girasol. Se dispone de varios herbicidas selectivos, algunos que se

aplican antes de la siembra y se incorporan al suelo mediante labranza, y otros que se aplican en la superficie del suelo inmediatamente después de la siembra.

### ***Control de las plagas de insectos***

La devastación de los insectos no se puede predecir para zonas grandes, pero algunas medidas preventivas suelen ser efectivas. (1) La siembra se debe efectuar con prontitud al comienzo de la temporada de lluvias para minimizar los daños que causan los insectos. (2) Se deberán seleccionar las variedades que hayan demostrado ser resistentes a los daños que ocasionan los insectos, mediante pruebas de campo realizadas dentro de la región de que se trate. (3) Se habrá de practicar la sanidad del campo para eliminar los desperdicios vegetales con prontitud, después de la cosecha, además de destruir las plántulas espontáneas.

Cuando se adviertan graves infestaciones de insectos, las medidas de control se deben aplicar prontamente para evitar la proliferación rápida de los insectos. El insecticida elegido debe ser tóxico para el insecto en particular, y se deberá emplear como se indica en el envase. (Véase la nota al pie de la página correspondiente a Protección del Cultivo.)

### ***Control de las enfermedades***

El girasol es particularmente vulnerable al ataque de varios organismos productores de enfermedades. Con frecuencia, las enfermedades son más graves en las regiones donde el girasol se cultiva en forma intensiva. Normalmente, las enfermedades no impiden el cultivo del girasol con éxito durante los primeros años de producción. Un factor importante en el ataque de las enfermedades sobre el girasol consiste en que, en su mayoría, las enfermedades se agravan ante lluvias abundantes y alta humedad. El cultivo no está bien adaptado a las regiones donde prevalecen tales condiciones. En las regiones más secas, el control de las enfermedades no tiene porque ser problemático si se observan buenas prácticas para el control de plagas. Para minimizar las pérdidas que ocasionan las enfermedades, deben observarse las siguientes prácticas. (1) siembre solamente semilla de alta calidad libre de enfermedades. (2) No plante el girasol en rotación

Nota: Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture", por Wrigley, (la Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

con otros cultivos agrícolas que sean susceptibles a la podredumbre del carbón, a la marchitez del verticillium y al moho blanco. (3) Evite la siembra de girasol en suelos mal drenados que estén expuestos al encharcamiento. (4) Emplee una rotación de cultivos tal que el girasol sólo se desarrolle en el mismo campo una vez cada cuatro años. (5) Elimine los residuos vegetales lo más pronto posible después de la cosecha. (6) Destruya las plantas espontáneas en cuanto éstas surjan. (7) Siembre variedades resistentes a la enfermedad siempre que estén a su alcance.

### ***Daños causados por las aves***

Los girasoles en maduración pueden sufrir ataques de las aves. Si las semillas ya están formadas, la cosecha rápida es un posible remedio. Empero, la siega prematura debe ir acompañada de precauciones especiales para el secado, a fin de reducir el contenido de humedad de la semilla hasta un 10% aproximadamente y así reducir el peligro de enmohecimiento en el almacén. Los daños que ocasionan las aves se pueden minimizar si se procura no sembrar girasol cerca de donde dichos animales anidan, se reproducen o van en busca de agua. A menudo, los daños que causan las aves son más graves en plantaciones pequeñas que en las de mayor tamaño.

### ***Cosecha y almacenamiento***

El girasol está maduro cuando la parte posterior de las cabezuelas se torna amarillo y las brácteas externas se vuelven pardas. El curado de la semilla puede tener lugar en la propia planta si no hay peligro inminente de daños causados por aves, pero la cosecha debe tener lugar antes que las cabezuelas empiecen a caer a tierra. Si es preciso cosechar antes que la semilla esté totalmente seca, las cabezuelas deben colocarse en delgadas capas, sobre pisos de secado al descubierto, volteándolas ocasionalmente cuando la humedad se haya reducido. Las variedades de cabezuela grande suelen segarse a mano, pero tanto las de cabezuela grande como las que la tienen más pequeña se pueden cosechar con combinadas de campo.

Las cabezuelas secas se pueden desgranar a mano, por abrasión sobre un tablero rugoso o acanalado para el efecto, o mediante una máquina trilladora. Toda la paja y la materia extraña debe eliminarse por aventamiento, durante la trilla, para evitar el enmohecimiento y eliminar a los insectos contaminantes.

### ***Control de las plagas de insectos en el almacén***

Los daños que ocasionan los insectos en el almacén son inevitables en climas cálidos, a menos que se tomen precauciones adecuadas similares a las que se emplean para proteger otros granos y semillas. Todas las estructuras y recipientes de almacenamiento vacíos se deben someter a tratamiento antes de llenarlos con la cosecha, empleando malatión u otro insecti-

cida apropiado. El grano que ingresa debe ser fumigado para matar todos los insectos acarreados desde el campo. Deben efectuarse inspecciones cuidadosas del grano en el almacén y si hay cualquier indicio de nuevas infestaciones, habrá que aplicar fumigaciones adicionales. Para mayores detalles sobre la fumigación, véase el capítulo acerca del Maíz, sección sobre control de las plagas de insectos en el almacén.

## CAPITULO 24

### CARTAMO<sup>1</sup> (*Carthamus tinctorius*)

Otros nombres comunes: alazor, alafur, etc.

#### *Distribución geográfica*

El cártamo es un antiguo cultivo alimenticio y de aceite comestible, que se produce primordialmente en los países asiáticos, mediterráneos y norteamericanos donde el clima es semiárido. Perteneció a la familia de las compuestas, emparentada en forma lejana con el girasol, pero diferente a éste en muchos aspectos. Los datos acerca de la producción mundial son fragmentarios.

En América del Norte, los E.U.A., Canadá y México han incrementado marcadamente su producción total en las décadas recientes, y ésta totaliza ahora 400,000 toneladas métricas por año. Los productores tradicionales de cártamo en el Viejo Mundo totalizaron solamente 250,000 toneladas métricas, yendo a la cabeza, la India, Turquía y España. Sin embargo, la producción de cártamo como cultivo de subsistencia en las regiones secas del Mediterráneo, Asia y Africa, no se incluye en los informes estadísticos. Sólo cuando la producción de la familia o de la aldea es suficientemente afortunada para exceder las necesidades locales, entonces el excedente se canaliza hacia el comercio. Este tipo de producción no suele atraer la atención de los dirigentes del desarrollo agrícola, de modo que el cultivo del cártamo no ha recibido los beneficios de la ciencia y la tecnología modernas en las regiones del Viejo Mundo. Empero, la producción de cártamo en América del Norte ha demostrado ahora que la producción en granjas puede alcanzar fácilmente niveles de 2,800 kg por hectárea con variedades mejoradas y prácticas de cultivo adecuadas. Al parecer, el cártamo tiene un considerable potencial no desarrollado como cultivo comercial.

<sup>1</sup> Editado por C. A. Thomas, Fitopatólogo Investigador, Applied Plant Pathology Laboratory, Agricultural Research Service, U. S. Dept. of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705 y B. E. Caldwell, Científico del Plantel (semillas oleaginosas), National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Dept. of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

#### *Utilización*

El cártamo se emplea como alimento y como fuente de aceite comestible. Se produce como cultivo de temporada corta en las regiones donde la temporada de lluvias es breve, empleando variedades capaces de concluir su crecimiento y maduración antes que la humedad del suelo se agote. También se siembra después de un cultivo principal, para aprovechar los periodos relativamente cortos en que el suministro de humedad puede ser adecuado. La productividad potencial del cártamo en tierras irrigadas de la parte suroccidental de los E.U.A. ha sido evaluada, y parece ser, cuando menos, igual a la del trigo y la cebada en cuanto a valor neto del cultivo por hectárea.

El cártamo promedia de 40 a 55% de cáscaras, con menores porcentajes de éstas en las semillas que se producen con variedades mejoradas bajo condiciones de humedad favorables. El aceite se puede extraer de la semilla entera o de la semilla sin cáscara. El contenido de aceite oscila entre 22 y 42%. La harina que se deriva de los granos desnudos (semilla sin cáscara) promedia 42% de proteína, y la torta que se obtiene por la extracción del aceite el de la semilla sin cáscara promedia 21% de proteína.

El aceite es un importante derivado del cártamo; se emplea para cocinar, como alimento, para preparar ensaladas y para la iluminación. Se procesa para producir margarina y para casi todos los otros usos que se pueden dar al aceite de girasol.

La torta que se obtiene prensando la semilla sin cáscara para extraerle el aceite es un excelente alimento para el ganado rumiante y para caballos, mulas y asnos, y la harina obtenida de la semilla desnuda es un magnífico alimento proteínico para el consumo humano.

#### *El cártamo como alimento*

La semilla de cártamo se puede tostar entera para comerla como bocadillos, o se puede tos-

tar una vez descascarada. La pulpa desnuda se puede preparar en el hogar de muchas maneras para consumirse directamente como alimento, y el contenido de aceite le imparte un alto valor calórico. Los granos tostados se pueden procesar para obtener aceite, y la harina resultante tiene un contenido proteínico total de 42%. La proteína del cártamo es algo deficiente en los aminoácidos esenciales metionina y cistina. La harina de cártamo (y la pulpa desnuda entera) constituye un útil "extensor" de las proteínas animales (carne, leche, huevos, pescado) siempre que dichas proteínas animales escaseen. La semilla de cártamo complementa la dieta humana cuando ésta abunda en cereales de grano; el aceite satisface las necesidades dietéticas y sirve también para el alumbrado doméstico.

### *Adaptación*

En general, el cártamo está mejor adaptado a las regiones semiáridas, en las cuales se le cultiva en las temporadas cortas cuando la lluvia tiene probabilidades de ser adecuada para la producción del cultivo, y en los campos bajo riego de dichas regiones. El cártamo es fuertemente atacado por las enfermedades en las regiones húmedas. Pero, prospera bien en las regiones de clima monzónico, como cultivo que se siembra en la postrimerías de la temporada de lluvias y crece a expensas de la humedad almacenada en el suelo para madurar en el siguiente período de secas. Los mejores rendimientos se obtienen cuando el clima es cálido y poco húmedo durante el período de floración, pero con una adecuada humedad en el suelo. El período promedio de crecimiento fluctúa entre 3 y 5 meses según la variedad.

La planta prefiere los suelos de fertilidad entre media y buena. Empero, la profundidad y la capacidad de retención de agua del suelo parecen ser más importantes que la fertilidad del mismo en la región climática donde el cártamo se cultiva con éxito. Cuando la humedad no es un factor limitante, el cártamo suele responder a la fertilización, en particular con nitrógeno y fósforo.

### *Descripción*

El cártamo pertenece a la familia de las compuestas. Es una planta anual, herbácea, erecta que alcanza una altura de 30 a 90 cm según la variedad. Los tallos son medulosos, con ramas hacia la parte superior y cabezuelas florales en el extremo de cada rama. Las cabezuelas globulares se asemejan a cardos, con un diámetro

de 1.5 a 4 cm, y flósculos blancos, amarillos, anaranjados o rojos. Las hojas y las brácteas que se encuentran debajo de las flores tienen cortas espinas. La semilla de cártamo se asemeja a una pequeña semilla de girasol y es lisa, cuadrangular y de color blanco cremoso.

El sistema radicular es una raíz principal fuertemente desarrollada, y ramificada que ocupa efectivamente el perfil del suelo llegando a profundidades de 1 metro, aproximadamente, en los suelos permeables profundos que están húmedos hasta esa profundidad.

### *Variedades*

En las regiones Mediterráneas, Asiáticas y Africanas se cultivan muchas razas y variedades de cártamo. La reproducción selectiva de variedades mejoradas en América del Norte se ha basado en estas razas del Viejo Mundo, pero se han logrado mejoras importantes. Ahora se dispone de variedades mejoradas con mayor capacidad de rendimiento y contenido de aceite, diversa altura de la planta y distinta longitud de sus períodos de crecimiento, además de tener resistencia a la enfermedad. Se deben realizar ensayos de campo sobre las variedades mejoradas disponibles para cada región donde vaya a cultivarse esta planta, a fin de identificar las que se adapten mejor a las condiciones imperantes. Las flores de cártamo son polinizadas en forma cruzada por las abejas, y la pureza de una raza o variedad se debe mantener cultivando campos de simiente totalmente aislados de otras variedades, eliminando las plantas de tipo heterogéneo. La existencia de plantas diferentes a las demás en los sembradíos se ha empleado como un buen medio de encontrar razas prometedoras que son valiosas como materia de ensayo y multiplicación de semilla. Empero, todo programa serio de mejoramiento vegetal se debe iniciar con una evaluación en el campo de todos los tipos disponibles que procedan de otras regiones donde se cultiva el cártamo, y la utilización de los tipos superiores para un programa de mejoramiento genético. Existen también algunas líneas de reproducción selectiva sin espinas.

### *Cultivo*

El cártamo no compite vigorosamente con las malas hierbas y suele sembrarse en hileras para facilitar el control de la vegetación parásita. La tierra debe ser mullida y firme y ha de prepararse de modo que la siembra se pueda hacer con prontitud en cuanto la humedad del suelo es favorable.

### **Fertilizantes**

Cuando la humedad del suelo es adecuada, ya sea por lluvia o riego, el uso de fertilizantes que contienen nitrógeno y fósforo debe incrementar sustancialmente los rendimientos. La cantidad de fertilizantes que se debe aplicar debe determinarse mediante ensayos de campo, pero las pruebas iniciales pueden comenzar proporcionando 50 kg de nitrógeno (N) y 50 kg de fosfato ( $P_2O_5$ ) por cada hectárea.

Como el fosfato puede quedar inactivado si se mezcla con el suelo, se recomienda que el fertilizante se aplique en franjas debajo de la semilla. Si la siembra se realiza a mano, la colocación del fertilizante en franjas se puede hacer practicando un surco poco profundo, esparciendo el fertilizante, cubriéndolo con una capa de 3 a 5 cm de tierra, dejando caer encima la semilla y cubriendo ésta con otra capa de 2 a 3 cm de suelo. En climas relativamente secos, el fertilizante de nitrógeno no se lixivia, por lo cual los fertilizantes de nitrógeno y de fosfato se pueden aplicar juntos en la franja. No es probable que escasee la potasa en los suelos de las regiones subhúmedas ni en otras poco lluviosas.

En algunos de los suelos que se encuentran en los climas secos, puede existir la deficiencia de uno o varios de los "vestigios" de elementos esenciales para el crecimiento de las plantas. Estos elementos son, hierro, manganeso, cobre, cinc, boro y molibdeno. Se requiere investigación para determinar si alguno de los citados elementos es deficiente en cualquiera de los grupos de suelos de una región en particular. Sin embargo, un simple ensayo de campo puede proporcionar indicios acerca de la existencia del problema. Se sugiere que se agregue estiércol animal en el surco, con la colocación del fertilizante en franja, pues el estiércol suele contener una cantidad limitada de vestigios de elementos en una forma asequible para las plantas. Si la adición de estiércol produce un crecimiento vegetativo más vigoroso que el fertilizante aplicado en forma exclusiva, entonces es muy probable que el suelo sea deficiente en uno o varios de los vestigios de elementos.

### **Siembra**

El cultivo se puede sembrar en hileras, espaciadas de 70 a 90 cm, en una proporción de siembra que produzca cuando menos una planta por cada 10 a 15 cm de hilera. Esto requiere alrededor de 20 kg de semilla por hectárea. La población de plantas se puede ajustar

de modo que el espaciamiento sea algo mayor para las variedades más grande.

### **Control de las malas hierbas**

La maleza se debe eliminar antes que alcance un tamaño suficiente para que compita con las plantas de cártamo en su búsqueda de nutrimentos y humedad. (Véase girasol.)

### **Control de las plagas**

El cártamo suele estar relativamente libre de enfermedades en los climas secos, y el empleo de tipos resistentes a la enfermedad puede proporcionar toda la protección necesaria. Las plagas de insectos pueden constituir un problema en algunas situaciones. Los ataques de insectos se deben detener con prontitud siempre que amenacen con llegar a ser graves, mediante la aplicación de algún insecticida de eficacia reconocida sobre el insecto de que se trate. (Véase la nota al pie de la página correspondiente a Protección del Cultivo.)

### **Cosecha**

El cultivo está listo para cosechar cuando las semillas están duras y secas. De ordinario, el cultivo sufre poco o nada a causa del acame, el desgranamiento espontáneo o los daños causados por aves. En consecuencia, la planta puede permanecer en el campo hasta que el grano está suficientemente seco para almacenarse sin peligro de que se enmohezca. El contenido de humedad de la semilla debe ser inferior al 10% para un almacenamiento seguro. La trilla se efectúa en forma semejante a la de la cebada o el trigo, salvo por cuanto las espigas dificultan considerablemente el desgrano a mano. Para eliminar esta dificultad, se están obteniendo tipos sin espigas.

### **Almacenamiento**

La semilla de cártamo debe tener un contenido de humedad menor del 10% para almacenarse con seguridad; este nivel puede alcanzarse fácilmente en las regiones de clima más seco, que es donde el cultivo prospera mejor. La protección contra los daños causados por los insectos en el almacén requiere de acción positiva. Todas las estructuras y recipientes de almacenamiento vacíos deben ser tratados

Nota: Para mayores detalles sobre *Protección de Cultivos*, véase el capítulo 4 del libro sobre "Tropical Agriculture", por Wrigley. (La Lista de Referencias está al final del capítulo 40).

con malatión o algún otro insecticida igualmente eficaz para destruir los insectos que suelen alojarse en aquéllos, antes que el grano se almacene. La semilla debe ser fumigada al ingresar en el almacén, para matar los insectos acarreados en ella del campo. Deben efectuar-

se inspecciones periódicas durante el almacenamiento, y la semilla ha de volver a fumigarse en cuanto se produzcan infestaciones. Para mayor información acerca de fumigación, véase la sección relativa a control de los insectos en el almacén, en el capítulo sobre el Maíz.

## CAPITULO 25

### RICINO<sup>1</sup> (*Ricinus communis*)

Otros nombres comunes: higuerrilla, higuereite, castor, tapate, higuera infernal, tártago, palmacristí, etc.

El ricino no es un verdadero frijol; pertenece a la familia de las Euforbiáceas. No es un cultivo comestible. Ni la semilla cruda ni el aceite que de ella se extrae son comestibles. El aceite es comestible solamente después de que pierde su carácter tóxico mediante el calor, es decir, el aceite de ricino se ingiere sólo como medicamento. El ricino se incluye en esta Guía porque es un útil cultivo comercial que se incluye en las rotaciones de cultivos en los cuales el interés primordial radica en los cultivos comestibles.

#### Distribución geográfica

Se considera que el ricino es originario del este de Africa, pero sus formas silvestres se producen también en el subcontinente Indio. En la actualidad, su producción comercial se distribuye como sigue:

Región	Superficie (hectáreas)	Principales países
Asia	473,000	India, Pakistán, Tailandia
América del Sur	277,000	Brasil, Paraguay, Ecuador
U.R.S.S.	200,000	Regiones subhúmedas del Sur
China Continental	180,000	Regiones subhúmedas
Africa	96,000	Etiopía, Sudán
América del Norte	36,000	E.U.A. México, Haití
Europa	25,000	Rumanía

<sup>1</sup> R. E. Stafford, Jefe de Investigación, Agricultural Research Service, U. S. Dept. of Agriculture, en cooperación con el Texas A&M University, Agricultural Research and Extension Center, Vernon, Texas 76384 y B. E. Caldwell, Científico del Plantel (semillas oleaginosas) National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Dept. of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

Los principales mercados para el ricino y su aceite son el oeste de Europa, Japón y América del Norte. Las importaciones totales por países en dichas regiones suman alrededor de 70 millones de dólares E.U.A. cada año. Los productores en los trópicos y los subtropicos parecen ser económicamente competitivos con los de las zonas templadas, aún cuando los beneficios de la tecnología mejorada no han sido explotados en los trópicos y los subtropicos.

#### Utilización

El ricino se cultiva principalmente por su contenido de aceite. En los E.U.A. se ha desarrollado un proceso industrial del ricino en el cual el bagazo o harina pierde su carácter tóxico y se usa como alimento para el ganado. Las pruebas de alimentación han demostrado que la harina del ricino compite favorablemente con otros complementos proteínicos que se usan muy comúnmente. El aceite es del tipo no secante que se modifica fácilmente por tratamiento químico. Tiene una viscosidad constante a altas temperaturas y, en consecuencia, es útil como lubricante para la maquinaria en tales condiciones. El aceite de ricino modificado se utiliza en pinturas y barnices, para incrementar sus propiedades de secado rápido. El aceite de ricino y sus derivados se emplean también en fluidos hidráulicos, plásticos, teja de asfalto, ciertos explosivos, aislantes eléctricos, cosméticos, detergentes biodegradables, nylon y otras fibras sintéticas, uretano y como purgante para el hombre y los animales.

La práctica de que los países productores exporten el ricino entero deben reemplazarse por la extracción del aceite en las regiones donde se produce, empleando la torta residual, después de extraer el aceite de la semilla, como fertilizante orgánico. El aceite se puede transportar más económicamente que la semilla, y la torta reditúa muy pocas utilidades. Sin embargo, la torta (bagazo de ricino) es un agente importante para condicionar fertilizantes y re-

presenta también una útil fuente de "vestigios" de elementos en las regiones donde éstos son deficientes en los suelos. El bagazo de ricino granulado se puede emplear directamente como fertilizante, o puede mezclarse con los fertilizantes comerciales.

El bagazo de ricino promedia 5.4% de nitrógeno, 1.8% de fosfato ( $P_2O_5$ ), 1.0% de potasa ( $K_2O$ ), y 0.75% de óxidos de calcio y magnesio ( $CaO + MgO$ ). El nitrógeno se encuentra en una forma orgánica lentamente disponible que es particularmente útil en los suelos tropicales. El fosfato parece ser considerablemente más eficaz como fertilizante, que la misma cantidad de fósforo contenido en los fertilizantes químicos.

Un valor aproximado se puede asignar al bagazo de ricino, calculando a partir de los precios comerciales de la semilla entera y del aceite. Con un contenido de aceite que promedie 45%, y siendo el precio de la semilla 160 dólares por tonelada métrica y el del aceite 290 dólares por tonelada métrica, el bagazo debe tener un valor de 40 dólares por tonelada métrica. Es muy poca la utilidad que perciben los agricultores por concepto de bagazo cuando embarcan la semilla entera. El verdadero valor del bagazo de ricino debe determinarse por los beneficios que produce en el campo el bagazo como fertilizante de los cultivos, en comparación con los resultados que se obtienen con fertilizantes químicos por sí solos o cuando se procesa para convertirlo en alimento para el ganado.

### **Adaptación**

El ricino crece en una gran variedad de condiciones climáticas, pero prefiere los climas más secos. En las regiones húmedas, las plantas son atacadas por mohos que destruyen los racimos de flores y por ende, reducen los rendimientos. En climas húmedo-secos de monzón, la planta se siembra hacia el final de la temporada de lluvias y se obtiene la cosecha, en gran medida, a expensas de la humedad almacenada en el suelo. En general, el ricino prospera bien en las regiones entre subhúmedas y moderadamente húmedas, y bajo riego en las regiones áridas.

El ricino prefiere los suelos bien drenados, sobre todo si son de textura terrosa, pero crece bien en muchos otros suelos profundos. Responde medianamente bien a una mayor fertilidad del suelo pero requiere menos de los fertilizantes que muchas otras plantas. Los rendimientos dependen más del contenido de humedad del suelo que de las demás propie-

dades de éste. Es tolerante a suelos levemente salinos o alcalinos.

### **Descripción**

El ricino es una planta perenne de vida corta en los trópicos y los subtropicos, pero en la producción comercial se le maneja con más frecuencia como cultivo anual. Determinadas variedades alcanzan alturas de 2 a 4 metros, pero son preferibles las plantas más cortas, de internudos eranos, porque facilitan considerablemente las operaciones de la cosecha. Las hojas son de gran tamaño, con una anchura de 10 a 30 cm, y su color puede ser, según las variedades, desde verde hasta morado o rojizo; sus flores, de color verde amarillento, no tienen pétalos y nacen en racimos. La floración es indeterminada y pueden coexistir simultáneamente en la misma planta algunos nuevos racimos y semilla madura. Se han desarrollado variedades en las cuales la floración se concentra en un breve período, de modo que toda la semilla madura se puede cosechar en una o unas cuantas operaciones. Las flores pistiladas (formadoras de semilla) nacen en la parte superior de cada racimo, y las flores con estambres (productoras de polen) en la parte interior.

La polinización de la planta se realiza en forma eminentemente cruzada, pero la selección natural ha producido diferentes tipos en las distintas regiones donde la planta se cultiva. La semilla nace en cápsulas, en grupos de 1 a 3 semillas, y las cápsulas pueden ser espinosas o lisas. Las formas silvestres del ricino expulsan las semillas al madurar, pero la mayoría de los tipos cultivados retienen la semilla durante un largo período y las pérdidas por desgranamiento espontáneo son escasas. La semilla, ligeramente ovoide, guarda cierto parecido con el frijol, y puede ser moteada, listada o de un solo color.

La planta de ricino tiene una raíz principal fuertemente ramificada que penetra profundamente en el suelo. El extensivo sistema radicular es, en parte, la causa de que las plantas toleren la sequía.

### **Variedades**

En varios países se han desarrollado variedades mejoradas para incrementar los rendimientos de semilla y establecer características vegetales uniformes que faciliten la producción y la cosecha, tales como plantas de escasa altura y el hábito de no desgranarse espontáneamente. En los E.U.A. se han producido variedades comerciales con dichas características.

Es probable que se alcancen muchas mejorías adicionales en cuanto a la productividad del cultivo en todas las regiones tropicales y subtropicales, mediante evaluaciones de campo sobre toda la gama de las variedades mejoradas que existen en la actualidad, eligiendo las que mejor se adapten a las condiciones locales. Pueden lograrse ulteriores mejorías identificando los rasgos deseables en las plantas que crecen en los campos de cultivo locales y empleándolas en un programa de mejoramiento genético bien planificado. La resistencia a las enfermedades y plagas de insectos importantes, así como la capacidad de rendimiento, son características hereditarias y pueden fortalecerse si se utilizan los métodos de mejoramiento genético más apropiados.

En una época se pensó que las cápsulas lisas podrían ofrecer ventajas, especialmente en la cosecha, pero esto luego quedó nulado cuando surgieron las modernas cosechadoras mecánicas. En la actualidad no se cultivan en E.U.A. variedades comerciales que tengan cápsulas lisas, ni se realizan trabajos de mejoramiento genético en ese sentido. Sin embargo, las líneas genéticas con la característica de contar con cápsulas lisas están a la disposición de los genetistas interesados en incorporar dicha característica a sus variedades mejoradas.

Se han consignado grandes diferencias en el rendimiento promedio del ricino en varios países, las cuales oscilan entre 260 y 1,250 kg por hectárea. Varios factores son responsables de tales diferencias, entre ellos, la adaptación natural al clima y al suelo, el empleo de variedades mejoradas y la aplicación de tecnología moderna (fertilizantes, control de plagas, etc.), estando todos esos factores bajo el control del hombre ya sea parcial o íntegramente. Parece factible alcanzar rendimientos de 2,500 kg por hectárea, lo cual realzaría considerablemente los rendimientos netos por hectárea. El mejoramiento de las variedades debe ir acompañado de prácticas de cultivo efectivas para que se alcancen dichos rendimientos económicos.

### **Cultivo**

#### **Fertilización**

Aunque el ricino tolera los suelos relativamente poco fértiles, el uso de fertilizantes se recomienda para incrementar los rendimientos y aprovechar mejor la lluvia. Los experimentos de campo tendientes a medir la respuesta del ricino a los fertilizantes no existen en forma general, pero la respuesta de otros cultivos (maíz, sorgo, mijo) pueden servir de referencia. Pueden esperarse respuestas al uso efec-

tivo del nitrógeno y los fosfatos en la mayoría de los suelos de las regiones donde el ricino se puede cultivar.

Se recomienda colocar el fertilizante en franjas, debajo de la semilla, para asegurar el rápido acceso de la planta tierna al fertilizante y minimizar la inactivación del fosfato a causa del contacto con el suelo, lo cual es un importante rasgo negativo de muchos suelos tropicales. La incorporación del fertilizante al suelo es mucho menos útil que la colocación de aquél en franjas. Un método práctico consiste en abrir un surco, colocar el fertilizante en una franja, en el fondo, cubrirlo con una capa de 5 a 8 cm de suelo, colocar encima la semilla y cubrir ésta con otros 5 cm de suelo. Si no se han efectuado pruebas de campo en la localidad, para determinar la cantidad adecuada de fertilizante que se debe usar, se sugiere la aplicación de un equivalente a 100 kg de nitrógeno y 50 kg de fosfato ( $P_2O_5$ ) por hectárea. En regiones húmedas, puede agregarse potasa ( $K_2O$ ) a razón de 25 kg por hectárea.

Debe hacerse notar que el superfosfato ordinario contiene suficiente calcio, magnesio y azufre para satisfacer las necesidades del cultivo. En cambio, el superfosfato concentrado contiene poco azufre, o no lo contiene en absoluto, y dicho elemento debe proporcionarse por separado si existe deficiencia de él en el suelo de que se trate.

En los suelos fuertemente intemperizados de los trópicos y los subtropicos, se han encontrado indicios de graves deficiencias en cuanto a los "vestigios" de elementos que las plantas necesitan en pequeñas cantidades. La corrección de tales deficiencias es indispensable para que las plantas respondan a los fertilizantes minerales tradicionales. Uno o más de los siguientes elementos puede ser deficiente: manganeso, hierro, cobre, cinc, boro y molibdeno. Mientras no se efectúe la investigación necesaria en los principales grupos de suelos para determinar las deficiencias específicas en cuanto a vestigios de elementos, puede resultar práctico el aplicar estiércol animal, el cual suele contener pequeñas cantidades de los vestigios de elementos en formas fácilmente asequibles. Se sugiere que se esparza el estiércol con el fertilizante en surcos, como se describió anteriormente. Otro método consiste en colocar el estiércol al fondo de un surco, durante la arada, debajo del sitio donde se sembrará la hilera del cultivo.

#### **Preparación de la tierra para la siembra**

La tierra para la siembra debe estar mullida y

desmenuzable; todas las malas hierbas vivas deben ser destruidas, eliminando los desperdicios o enterrándolos con el arado. Los campos deben administrarse de modo que se conserve el agua de lluvia, reduciendo las pérdidas por desagüe y propiciando el almacenamiento del agua en el perfil del suelo.

#### ***Control de las plagas***

Es poco lo que se ha hecho por combatir las enfermedades del ricino, pues éstas no han sido graves en los climas más secos donde la humedad del aire es reducida. Una enfermedad causada por mohos suele destruir los racimos florales en las regiones húmedas.

En algunas localidades, los insectos pueden constituir un problema importante. El insecto específico debe identificarse y habrá que aplicar, con prontitud un insecticida de uso general para detener los daños y evitar la proliferación de la plaga.

#### ***Cosecha***

La cosecha debe iniciarse en cuanto la semilla está seca, dentro de las cápsulas, y habrá de continuar a medida que maduran otros racimos de semilla. Un método adecuado de cosecha consiste en cortar a mano todas las cápsulas de

cada racimo de semilla totalmente madura, recolectándolas en un saco de algodón. Se recomienda emplear guantes gruesos para protegerse las manos pues los pinchazos de las espinas provocan inflamaciones persistentes.

Las cápsulas se deben secar aún más, en montones de poca altura expuestos al sol, hasta que el contenido de humedad de la semilla sea menor del 10%. Una vez seca, la semilla se trilla a mano, con mayal, o empleando máquinas descascaradoras especiales. La paja debe eliminarse por aventamiento. Ahora se dispone de máquinas capaces de efectuar la siega y la trilla en una sola operación combinada.

#### ***Control de los insectos de los granos almacenados***

Si la semilla no se procesa con prontitud para extraer su aceite, deben tomarse precauciones para evitar los rápidos daños que los insectos le ocasionan en el almacén. Para conocer los detalles de dicha protección, véase la sección sobre control de los insectos del grano almacenado en el capítulo acerca del Maíz.

\* Para mayores detalles véase el Technical Series Paper, No. 4, "Improving Farm Production in Tropical & Subtropical Regions of Limited Rainfall". Feb. 1971, Office of Agriculture, Bureau for Technical Assistance, Agency for International Development, Washington, D. C.

## CAPITULO 26

### PLATANO<sup>1</sup> (*Bananos del desierto y llantén*) (*Musa* spp.)

El término "plátano" abarca una gran diversidad de variedades sin semilla y muchas especies silvestres con semilla. Las primeras suelen propagarse vegetativamente por vástagos o retoños, mientras que las últimas se propagan tanto vegetativamente como por semilla. Al madurar, todas las variedades sin semilla, excepto el llantén, es comestible como fruta fresca y, cuando está aún verde, puede utilizarse en la cocina. La principal diferencia entre el plátano del desierto y el de cocina es el tipo y la cantidad de gránulos de almidón que contiene cada variedad. Por ejemplo, la variedad del desierto Gros Michel tiene pequeños granos de almidón y, al madurar, tiene un bajo porcentaje de almidón; el llantén Francés, por otra parte, tiene grandes gránulos de almidón y, en la madurez, contiene un elevado porcentaje de almidón.

Existen aproximadamente 30 especies y subespecies de plátanos y muchos centenares de variedades han logrado identificarse hasta la fecha. Las diferencias que se encuentran entre las distintas variedades comestibles de plátano se deben a su origen dentro de la evolución. Sólo dos especies de *Musa* son las progenitoras de toda la gama actual de variedades comestibles. La *Musa acuminata* y sus subespecies aportan factores en cuanto a esterilidad, desarrollo de la pulpa sin fecundación (partenocarpia), un sabor dulce azucarado y susceptibilidad a la sequía y a las bajas temperaturas. La *Musa balbisiana* da lugar a grandes granos de almidón, consistencia feculenta, resistencia a la sequía y a las heladas, y una mayor resistencia general a las enfermedades. Debido a que la meiosis o meiosis (división sexual) de estas dos especies es caprichosa, los híbridos naturales que producen son triploides (con tres juegos de cromosomas) o pentaploides (con cinco juegos de cromosomas). Estos últimos tenían un complemento cromosómico

demasiado problemático para sobrevivir en la naturaleza. En consecuencia, la mayoría de las variedades comestibles, ya se trate de descendientes directos de *M. acuminata* o del resultado de un cruzamiento natural entre una subespecie de *M. acuminata* y *M. balbisiana*, son triploides. Es decir, que tienen tres juegos de números de cromosomas, lo cual significa, en el caso del plátano, tres juegos de 11 cromosomas cada uno. La distinción evolucionista entre un plátano del desierto y un llantén estriba en que, en el plátano, los tres juegos de once cromosomas son originarios del *M. acuminata* mientras que, en el caso del llantén, dos juegos de cromosomas provienen del progenitor *M. acuminata* y el tercer juego procede del progenitor *M. balbisiana*. En términos botánicos, el plátano del desierto se considera como variedad endogámica natural, mientras que el llantén es una variedad híbrida natural.

La parte continental tropical del sureste de Asia y las múltiples islas mayores de la región representan el principal centro geográfico cuando se habla del origen del plátano comestible. Por ejemplo, el nombre original del famoso plátano que en el comercio se conoce como Gros Michel es "Pisang Ambon", o "banano de Ambón", siendo ésta una de las islas de Indonesia. También el plátano es resistente a la marchitez del fusarium, y de alto rendimiento, que ahora ocupa miles de hectáreas en la América tropical, la variedad Valery, es la "Choui ya cui", oriunda de las tierras bajas del sur de Vietnam, en el Delta del Mekong. Los híbridos vienen de lugares ubicados más hacia el oeste, probablemente en torno de Birmania y Bangladesh. Esto se debe a que *M. balbisiana* se originó en el subcontinente Indio y a que la región donde ambas especies se mezclaron fue el centro productor de los tipos híbridos.

La planta de plátano varía en cuanto a tamaño. En el grupo *Cavendish* (bananos del desierto similares entre sí, pero de diferente altura), el Extra Dwarf Cavendish crece sobre el terreno como un gigantesco repollo; Giant

<sup>1</sup> Editado por N. G. Vakili Fitopatólogo, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Federal Experiment Station, Mayaguez, Puerto Rico 00708.

Cavendish tiene una altura de cerca de dos metros, y el tronco del Giant Lacatan alcanza una altura de cuatro metros. Entre las especies silvestres, las diferencias son considerablemente mayores. Por ejemplo, *M. rosea*, plátano que florece, tiene una altura total de únicamente un metro, teniendo su tronco un diámetro de 5 a 8 cm, mientras que *M. ingens* alcanza una altura de diez metros y el diámetro de su tronco oscila entre 50 y 80 cm.

#### *Valor alimenticio y usos*

La parte comestible del plátano (banano) contiene aproximadamente un 75% de agua, 1.2% de proteína, 0.2% de grasa, 23% de carbohidratos y 0.8% de semilla. También está relativamente bien abastecida de calcio, fósforo y hierro, y cuenta con las principales vitaminas. Esencialmente, es un alimento energético y debe complementarse con otros alimentos que proporcionen proteína y grasas a fin de constituir una dieta humana balanceada. Los carbohidratos que se encuentran en el banano maduro dulce son altamente digeribles y, según se informa puede tolerarlos bien aún la gente que padece varios desórdenes intestinales.

En varios ejemplos de bananos cosechados comercialmente, el banano cortado verde tiene menos de 2% de azúcares y aproximadamente 20% de almidón; pero el almidón se convierte gradualmente en azúcares durante el proceso de maduración, de modo que el banano totalmente maduro tiene aproximadamente 19% de azúcares y menos de 2% de almidón.

En los trópicos, el plátano tiene muchas aplicaciones. El tronco suele picarse para que sirva de alimento a los cerdos y, en los viveros de árboles, las vainas del tronco se doblan para que sirvan de recipientes de plantación. Las fibras del xilema se trenzan y se usan como cuerdas. La hoja de plátano puede cortarse para fabricar con ellas pequeños recipientes para trasplantar las plántulas de huerto; sirven de envoltura para cocinar alimentos en su interior, e incluso pueden hacer las veces de sombrilla cuando hay lluvias intempestivas. El fruto verde puede fermentarse para obtener vinagre, y del fruto maduro se produce ron. La pulpa feculenta del fruto verde puede secarse para fabricar harina, o bien puede macerarse el fruto maduro como puré para infantes, pero también se puede cortar en rodajas para dejarse secar como en el caso de los higos. El banano y el llantén pueden macerarse, cocinarse, rebanarse y freírse en docenas de modalidades. La yema masculina de muchas variedades híbridas se emplea como col. Cualquiera que sea la

fase de desarrollo en que se encuentre el plátano, el hombre lo aprovecha ampliamente. En Nueva Guinea, los nómadas aborígenes se alimentan con la pulpa dulce de la especie silvestre y usan la semilla como cuentas ornamentales. En América Central, 12,000 hectáreas de una sola variedad se cultivan bajo los sistemas más modernos y mecanizados, y el producto se selecciona de acuerdo con las normas más estrictas de control de calidad existentes en el mercado.

#### *Cultivo del plátano*

Fundamentalmente se requieren las mismas prácticas de cultivo para el plátano y para el llantén. En las recomendaciones que siguen, indican las diferencias entre los dos tipos según convenga.

#### *Consideraciones acerca del clima y el suelo*

*Temperatura.*—Las heladas ligeras pueden matar la planta desde arriba hasta abajo en algunas regiones, pero si el rizoma no resulta perjudicado, logra retoñar en brotes adicionales. Esto sucede a veces en las tierras altas de los trópicos y los subtrópicos. En tales condiciones, para producir fruto durante los períodos libres de heladas, los rizomas que se plantan deben recibir un tratamiento especial. Todas las yemas son arrancadas, excepto una, de modo que la mayoría de las estructuras subterráneas de la planta se concentran en este brote único, el cual desarrolla un tronco más grande y su madurez se produce antes de lo que ocurriría en condiciones normales. Esta práctica se debe seguir únicamente en condiciones especiales y, aún así, puede no resultar económica.

La temperatura diaria promedio óptima para el desarrollo del plátano es de alrededor de 27° C; la mínima promedio, 21° C; y la máxima promedio 29.5° C. Las temperaturas mínimas y máximas absolutas son 15.6° C y 37.8° C respectivamente. La exposición a temperaturas por arriba y por abajo de estas temperaturas absolutas retarda el crecimiento y perjudica el fruto.

*Humedad.*—La cantidad de humedad óptima que se requiere para un desarrollo uniforme es de alrededor de 1320 mm de lluvia al año, o aún mejor, una distribución uniforme de 2.5 cm por semana. Sin embargo, es insólito que dicha precipitación uniforme tenga lugar en alguna región tropical. En algunos lugares, la mayor parte de la precipitación ocurre entre los meses de mayo y noviembre, siendo en diciembre y

abril los que reciben los requerimientos mínimos, aproximadamente de 1.3 cm por semana. Los meses de enero, febrero y marzo pueden ser secos, y los plátanos pueden no recibir suficiente humedad. Para que su crecimiento sea uniforme y, en consecuencia, para producir un buen rendimiento, la plantación de plátano debe recibir riego durante esos meses. Sin embargo, si dicho riego se necesita durante 5 meses cada año, el costo de mantener un crecimiento uniforme se vuelve excesivo e indica la necesidad de un cambio en la variedad o en el cultivo.

**Viento**—Las hojas del plátano son grandes, suaves y se parten fácilmente a causa de fuertes vientos, los cuales reducen considerablemente la productividad. Si no existen áreas naturales protegidas del viento, es sumamente importante proteger los plantíos con rompevientos. Las grandes plantas de bambú constituyen excelentes rompevientos, mientras que la *Leucaena glauca* puede emplearse efectivamente en torno de pequeñas huertas. La ubicación ideal es un valle protegido, como puede comprobarse al observar cómo crece la vegetación local y la cantidad de daños que sufren las hojas en dichos lugares.

La mayoría de las variedades de plátano tolera vientos de hasta 40 km por hora. Los vientos de 40 a 55 km por hora ocasionan una cantidad moderada de daños, pero los vientos de más de 55 km por hora son desastrosos y causan "derrumbes", en los cuales una porción grande del plantío puede quedar arruinada.

**Suelo**—Los plátanos tienen requerimientos exactos en cuanto a textura, humedad y aireación del suelo, aunque se les puede ver crecer en arena en forma comercial lucrativa, en suelos de poca fertilidad o de estructura física deficiente. Por tratarse de plantas cuya raíz es extremadamente superficial, requieren un suelo aluvial profundo. El tipo de suelo que mejor se adapta al cultivo del plátano es la tierra de textura entre arenosa y la de arcilla limosa. Para este cultivo, el buen drenaje es tan imprescindible como una fuente uniforme de humedad.

El sistema radicular del plátano forma una zona hemisférica en torno del rizoma (el tallo subterráneo). El radio de este hemisferio y su profundidad dependen de la variedad de plátano, del tipo del suelo y del drenaje propio del campo. Por ejemplo, el radio radicular de la Dwarf Cavendish puede alcanzar de 2.7 a 3.1 metros, mientras que el de la Lacatan puede llegar a medir 4.3 a 5.5 metros. Sin embargo, si el suelo es de arcilla pesada, el radio de esos sistemas radiculares se reduce grandemente.

También sucede que, si el nivel del agua permanece 60 cm debajo de la superficie, las raíces no se extienden hacia abajo más allá de dicha profundidad, aún cuando el suelo sea de tierra arenosa.

**Áreas geográficas**—Las áreas del mundo que mejor se prestan al cultivo del plátano se localizan en una franja de tierra que se extiende 15° al norte y al sur del ecuador. En los lugares situados entre 15 y 23 grados al norte o al sur, el plátano puede sufrir heladas ocasionales que no sólo perjudican al fruto en la penca, sino también retardan el crecimiento uniforme de las plantas, lo cual ocasiona un incremento en el intervalo entre cosechas. Entre 23 y 30 grados al norte o al sur, el plátano se convierte en un cultivo de temporada, produciendo de 3 a 5 cosechas en los meses cálidos y ninguna en los meses fríos.

**Tolerancia al frío y a la sequía**—Puesto que la altitud en las zonas tropicales afecta considerablemente las temperaturas, y siendo el plátano una planta sensible a las heladas, no se le debe cultivar en lugares situados a altitudes mayores de 1,000 metros, por lo general. En esos casos, sólo la variedad subtropical Dwarf Cavendish, a veces llamada Chinese Dwarf, podría usarse. Muchos de los llantenes conocidos sobre todo por su nombre local, como llantén Francés y Horn, tienen mucho mayor tolerancia a la sequía y a las heladas, y todo llantén es considerablemente tolerante a la sequía. En las montañas del sureste de Asia, variedades tales como Lady Finger y Morang Datu se cultivan a veces a altitudes de hasta 3,000 metros. En general, es prudente emplear sólo los plátanos del desierto, de las variedades de corta estatura, a mayores altitudes. Plátanos del desierto de todos los tamaños pueden crecer fácilmente entre el ecuador y los 15 grados norte y sur, pero entre 15 y 23 grados norte y sur, es mejor elegir variedades de estatura intermedia, tales como Giant Cavendish, Bout Rond, Vimama, etc. Más allá de los 23 grados norte y sur, es mejor cultivar Dwarf Cavendish.

La única excepción que se conoce respecto a lo anterior es la especie gigante *M. ingens*, que se puede encontrar a altitudes de entre 1,500 y 2,440 metros en Mount Cyclope, en el norte de Nueva Guinea. Las plántulas de esta especie no pueden crecer en las condiciones tropicales cálidas de las tierras bajas.

#### **Métodos de siembra**

Las variedades comestibles de plátano no producen semilla. Las manchitas oscuras que se encuentran en la parte central del banano

son ovarios abortados que, aún cuando sean polinizados, no logran convertirse en semilla. En consecuencia, el plátano se propaga vegetativamente mediante el trasplante de rizomas, trozos simiente o "retoños en forma de espada", de 50 a 60 cm de alto, que solo tienen hojas largas y angostas.

*Tamaño de los retoños o trozos simiente*—Es importante seleccionar trozos simiente uniformes. El mejor tamaño para el trasplante se conoce como retoño "cabeza de doncella", que tiene una altura de 1 a 1.25 metros y se obtiene de una planta que aún no ha fructificado; el trozo simiente pesa de 2 a 2.5 kg. Si un agricultor planta un terreno con "cabeza de doncella" de 2.5 kg, entonces puede esperar la primera fructificación del cultivo al cabo de unos 8 meses después de la fecha de siembra. Si planta retoños "espada"—los que tienen hojas muy angostas—de 0.5 kg de peso, o bulbos (la parte subterránea que sostiene un viejo tronco que ha fructificado) que contengan una yema, se requiere un período mucho mayor para que se produzca fruto aceptable en el mercado. Si se plantan trozos de simiente de distintos tamaños, el plan de obtener un cultivo uniforme se malogra.

*Preparación de los trozos de simiente para el trasplante*—Cada vez que se desentierre un trozo de simiente, se deberá limpiar de tierra, raíces y basura. Si se observan lesiones del nematodo morado o rojizo en las raíces, deberán cortarse de ella junto con cualquier porción de tejido oscurecido y rojizo, hasta que la simiente esté limpia y blanca, con unas cuantas yemas. El daño que ocasionan los nematodos se puede reducir si se sumerge el material de plantación en un nematicida. El "repollo" o desarrollo superior se debe cortar hasta unos 10 cm del extremo en crecimiento del rizoma. La práctica corriente entre los pequeños agricultores consiste en conservar el tronco del trasplante, si bien éste no reporta más utilidad que servir de marcador. No existen raíces que suministren alimentos o agua al tronco. El tronco se contrae y las nuevas hojas brotan lentamente. Además, el peso del tronco ocasiona mayores dificultades y gastos en el embarque y en el transporte.

*El agujero para plantar*—El agujero para el trasplante debe ser grande (un cuadrado de 75 cm de lado) y entre 15 y 20 cm más profundo que la altura del rizoma con su parte superior. Coloque en el fondo del agujero unos 10 gramos de alguna formulación completa de fertilizante N-P-K (nitrógeno-fósforo-potasio), además de unos cuantos gramos de algún nematicida gra-

nulado. También es conveniente, sobre todo en suelos menos fértiles, cubrir la semilla con una aplicación densa de composte y tierra. Si se agrega una gruesa capa de estiércol, se fomenta considerablemente la recuperación y el crecimiento continuado de la simiente. La tierra que rodea la simiente debe estar bien comprimida y regada. El mejor momento para plantar plátano de temporal es el comienzo de las lluvias, aunque, si se cuenta con un suministro continuo de agua en el subsuelo, cualquier época del año puede ser oportuna para efectuar esta operación.

#### *Distanciamiento de la plantación*

El distanciamiento entre las plantas depende primordialmente del tamaño o la altura de la variedad que se cultive. También el tipo de suelo, la cantidad de fertilizantes que se aplica y las prácticas de poda determinan el distanciamiento adecuado para cada variedad. La variedad Dwarf Cavendish (1 a 1.25 metros de alto) se puede plantar en hileras, con un distanciamiento de 1 metro dentro de la hilera y de 2 metros entre hileras. La variedad Giant Cavendish (2 a 2.25 metros de alto) puede plantarse en cuadros de 2.5 × 2.5 metros, mientras que la variedad Lacatan (aproximadamente 4 metros de alto) se debe plantar en cuadros de 3.5 × 3.5 metros. Cuanto más profundo sea el suelo, menor puede ser el distanciamiento para una variedad determinada, mientras no se produzca un sombreado excesivo.

#### *Fertilización*

Para que el plátano crezca y produzca en forma óptima, requiere condiciones fértiles y abundancia de humedad en el suelo. El tipo de desarrollo que la planta exhibe durante los 3 ó 4 primeros meses determina el peso del racimo y el número de manos.

La formulación N-P-K que se emplee depende del tipo de suelo de que se trate. Como las plantaciones comerciales suelen ubicarse en excelentes suelos aluviales, requieren, por lo general, muy pequeñas cantidades de P o de K. El nutrimento más necesario es el nitrógeno, que se aplica de ordinario en forma de urea.

La cantidad de fertilizante que se emplee depende del número de plantas por hectárea; alrededor de 600 kg de nitrógeno por hectárea al año es una estimación apropiada para un suelo aluvial profundo. Si hay mil plantas por hectárea, cada planta recibe 600 gramos de nitrógeno al año.

El fertilizante se debe aplicar en una franja circular alrededor de la planta. Después de plantar un trozo simiente y hasta 3 meses después del brote, la franja debe tener un radio de 50 cm. El radio deberá ampliarse a medida que la planta madura. El radio de colocación del fertilizante alrededor de las plantas maduras debe oscilar entre 1 y 1.5 metros.

En promedio, la plantación se debe fertilizar cada 6 semanas aproximadamente. Durante la temporada de lluvias, este intervalo se puede reducir a 5 o incluso a 4 semanas, y durante la temporada seca habrá de incrementarse a 7 u 8 semanas. Si se aplica el fertilizante según el ciclo de 6 semanas, cada planta recibirá alrededor de 9 aplicaciones de 70 gramos de nitrógeno al año.

#### *Secuencia de crecimiento*

Una vez que el rizoma se planta, echa raíces que fijan la planta al suelo. Las hojas empiezan a crecer a partir de los nudos centrales del rizoma y, por último, brotan del suelo. Las hojas son vainas foliares que forman el tronco de la planta de plátano, y la superficie foliar que se comunica con la vaina por el tallo foliar o pecíolo.

Según la variedad, la planta de plátano produce de 30 a 60 hojas antes de fructificar. Algunas de esas hojas se han desarrollado ya en el retoño antes que éste se corte para convertirse en una nueva planta. Si una variedad produce 45 hojas antes de que brote el racimo de frutos y si los retoños sin fecundar se cortaran en la etapa coincidente con la décimo quinta hoja, entonces los nuevos trasplantes producirían las 30 hojas restantes, antes del brote de los frutos.

El fruto del plátano o banano se forma en los nudos superiores del verdadero tallo, el cual empuja a lo largo de todo el tronco hasta que emerge en la parte alta. En esta etapa, la planta ha "echado" su fruto. Cada banano se llama "dedo", y las dos hileras de dedos, localizadas en cada nudo del tallo, se denominan una "mano". La totalidad del tallo, con sus múltiples manos, se llama un "racimo".

En la parte central de cada nudo del rizoma se encuentra un "botón, yema u ojo", cubierto por la vaina de la hoja. Cuando la hoja muere y la vaina correspondiente se pudre, el "botón" brota en la superficie del rizoma, se abre paso a través del suelo y emerge como un retoño. Cada retoño puede convertirse en una planta, la cual fructifica una sola vez y luego muere.

#### *Poda*

La poda es la operación de cortar los retoños

o vástagos, al nivel del suelo, los cuales emergen de la planta madre. La principal razón de la poda consiste en propiciar la cosecha uniforme de la plantación durante todo el año. Como se indicó antes, cuando un campo se planta de plátanos, el cultivo plantilla (para nuevos trasplantes) rinde toda su producción al mismo tiempo. Este fruto debe ser vendido o descartado, según las fluctuaciones del mercado. Si se dejara crecer un vástago (retoño) en cada planta de la plantilla, unos 3 meses después habría ya otro cultivo listo para la primera cosecha de retoños o vástagos. Esto provocaría la saturación del mercado en un momento determinado y la ausencia de cosechas listas para embarcarse cuando la demanda del mercado es alta. Para que esto no suceda, se ideó un método de poda que se basa en la productividad uniforme por superficie cultivada y por año. Después del cultivo de plantilla, los retoños que han surgido de la planta madre se podan, dejando sólo el número de plantas que se desea obtener para la cosecha. De este modo, hay una constante operación de poda y cosecha durante todo el año. Por ejemplo, consideremos una hectárea de tierra, con 100 plantas de plátano; si la variedad plantada produce 1.5 racimos por planta al año, el rendimiento total sería 1,500 racimos al año. Si se ha decidido que el intervalo de cosecha sea de 10 días, habrá 36 cosechas, o cortes, durante el año. En cada una de esas 36 cosechas se cortarán, aproximadamente, 32 racimos y, el agricultor no tendrá un exceso de fruto en ninguna época del año.

Otra razón que justifica la poda es el prevenir la "andadura" de las plantas (que su anchura aumente desmesuradamente), así como la formación de huecos y zonas apretujadas en el campo. Además, los retoños tiernos consumen los nutrientes que la planta madre requiere al fructificar. En el ejemplo anterior, el encargado de la poda deja que se desarrollen de 40 a 42 retoños de la misma edad, en lugares diseminados en cada hectárea. La poda se efectúa generalmente a intervalos de 10 a 14 días. Un podador con experiencia mantiene la planta dentro de un cuadrado, de un metro por lado, en relación al punto de plantación, y conserva uniformemente el sombreado y la labranza en el campo.

#### *Prevención del derribo o abatimiento*

Hay dos razones principales para el derribo de las plantas de plátano debido a vientos de poca velocidad: (1) una capa freática alta y (2) daños a la raíz y al rizoma. En suelos mal

drenados, los rizomas salen del suelo y sólo raíces laterales poco profundas sustentan la planta. A veces, incluso sin la leve presión de un viento de poca velocidad, la planta llega a abatirse. Los nematodos, como *Radolopholus similis* y *Pratylenchus coffeae*, destruyen a veces totalmente el sistema radicular. El rizoma sigue creciendo fuera del suelo y produciendo raíces que penetren el terreno. Comúnmente, basta un leve viento para derribar esas plantas infestadas de nematodos. El barrenador de la raíz del plátano (*Cosmopolites sordidus*) puede perforar el rizoma. Cuando un gran número de estos barrenadores infesta una plantación, los perjuicios que causa a los rizomas hacen que las plantas caigan a tierra.

Los tallos se doblan bajo vientos moderados, de 15 a 30 km por hora. Para evitar esta pérdida, las plantas se apuntalan o se refuerzan con tirantes. En el primer método, los postes de bambú sostienen el tallo inclinado, mientras que en el segundo, el cuello de una planta se ata con una cuerda a la base de la planta siguiente. Los tirantes son el método más efectivo para sostener las plantas de plátano.

Generalmente, mientras más corta es una variedad y entre más ancho sea su tronco, mayor es su resistencia a doblarse bajo el efecto de los vientos. Además, las variedades para cocinar son más resistentes que las variedades para postre, debido a la mayor resistencia a la tensión, propia de su progenitor *M. balbisiana*.

#### **La época de la cosecha**

El ritmo de desarrollo de las distintas variedades de plátano difiere considerablemente. En general, las variedades diploides crecen mucho más de prisa que las triploides. Por ejemplo, antes de un año, una planta de la variedad Lady Finger (diploide) puede producir 2.5 racimos, mientras que la variedad triploide Giant Cavendish produce 1.5 racimos. Además, mientras más corta sea una variedad, más rápido es su ritmo de crecimiento. La variedad Dwarf Cavendish produce 2 racimos por planta al año, mientras que la Lacatan produce sólo 1. Del mismo modo, las variedades endogámicas para postre que se originaron de la *M. acuminata* tienen un ritmo de desarrollo más rápido que los híbridos de *M. acuminata* y *M. balbisiana*. Por ejemplo, la variedad Lacatan requiere 11 meses para producir un racimo, mientras que pueden requerirse de 13 a 14 meses en el caso del French Plantain. En el cultivo de plantilla, el tamaño de los trozos de simiente determinan cuán temprana puede ser la cosecha, según se indicó anteriormente.

El lapso entre la emergencia de un racimo (brote) y su cosecha es un factor importante en la aceptabilidad comercial del producto. Dicho lapso depende de la variedad y de las temperaturas durante la temporada. Una vez que el racimo brota, se dobla hacia abajo y todas las manos quedan expuestas, faltan todavía de 60 a 70 días para que el fruto esté listo para la cosecha. Para los mercados locales, el racimo se puede cosechar en cuanto los frutos están completos o redondeados. Para mercados más distantes, deben cosecharse antes, cuando son más angulosos. Los racimos se cortan y se venden completos, o bien se separan las manos, se seleccionan y se empacan antes de su venta.

#### **Ensacamiento del fruto**

La principal razón por la cual se ensaca el fruto antes de la cosecha es el obtener un fruto atractivo. El ensacamiento evita los rasguños en la cáscara, causados por aves y murciélagos, la escaldadura causada por el sol, las infecciones fungosas que dan por resultado manchas y magulladuras en el fruto, y la infestación de los insectos. En las latitudes en que las noches de invierno son frías, el ensacamiento impide que el fruto se hiele.

El saco para fruto consiste en un tubo de polietileno, forrado de una capa de papel crepé grueso de estraza. El plástico tiene perforaciones de 10 mm a ciertos intervalos. Esto tiene por objeto prevenir la excesiva "exudación" dentro del saco.

El racimo se ensaca en cuanto se dobla por el cuello. La parte superior del saco se ata al cuello del racimo. El extremo inferior del saco permanece abierto. Cuando los racimos se cosechan, los sacos se retiran.

#### **Control de las malas hierbas**

El control de las malas hierbas es indispensable antes que la plantación quede establecida. Las plantaciones antiguas suelen sofocar las malas hierbas por privarlas de luz. El control de la maleza se requiere también en los linderos de las plantaciones, alrededor de los canales de riego y de las zanjas de desagüe, así como en los caminos dentro de la plantación. La aplicación de los herbicidas recomendables es el método más eficiente para combatir las malas hierbas. Si la tierra se prepara adecuadamente antes de la plantación; si se adopta el espaciamiento correcto, y si se practica la aplicación de abono, el control de la maleza podrá hacerse con poco esfuer-

zo. Si se requiere labranza, ésta siempre debe ser superficial para minimizar los daños a las raíces.

#### ***Control de los insectos***

Los plátanos sufren el ataque de una gran variedad de plagas de insectos, entre los que se incluyen los barrenadores de la raíz, los tisanópteros o trips de la roya roja, gorgojos, escamas, gusanos de los sacos, calcídidos, orugas que devoran la cáscara, y muchos otros insectos, así como nematodos. Para controlar a esas plagas se requiere un programa completo de aplicación de plaguicidas. En las plantaciones grandes, los plaguicidas se aplican mediante aeroplanos de alas fijas. Cualquier falta de diligencia en el control de plagas puede redundar en un producto de inferior calidad.

#### ***Control de las enfermedades***

Los llantenes y algunas variedades para postre como las del grupo Cavendish son resistentes a la marchitez por fusarium o enfermedad de Panamá. El cultivo de estas variedades hace que disminuya la preocupación de buscar remedios para esta importante enfermedad. En términos mundiales, la mancha Sigatoka de la hoja es la enfermedad más importante y costosa del plátano. En los trópicos de América, la marchitez bacteriana o enfermedad de Moko es una de las afecciones más importantes, mientras que en la región del Pacífico, la enfermedad Bunchy Top puede causar daños extensivos. Algunas enfermedades que causan manchas en el fruto norman la calidad de éste.

#### ***Las utilidades en la producción de plátano***

En las regiones tropicales del mundo, si las

condiciones son propicias, el plátano representa un buen cultivo comercial. Por la rápida tasa de crecimiento de la población en los trópicos, hay una demanda mayor en cuanto al consumo local de este artículo.

Por ejemplo, un pequeño agricultor de Vietnam que posee una hectárea de tierra cerca de una ciudad, puede cultivar alrededor de 1,000 plantas de plátano, que producen aproximadamente 800 racimos, los cuales se venden por un precio de 5.00 a 10.00 dólares cada uno, lo que representa un rendimiento anual bruto de 5,000 dólares. En forma similar, un agricultor de Puerto Rico que posea una cuerda (aproximadamente una hectárea) de tierra puede cultivar alrededor de 1,700 plantas de llantén y como permite que crezcan dos o tres brotes de cada planta, cosecha cuando menos 2,000 racimos y los vende a 2.50 dólares cada uno. Para un período de 18 meses, sus ganancias ascenderán a 5,000 dólares. Una plantación comercial intermedia puede abarcar 500 hectáreas. Si se plantan con la variedad Valery, pueden contener 1,200 plantas por hectárea. Si cada planta produce 60 kg de fruto al año, el rendimiento total será de 36,000,000 de kilogramos de fruto al año. Suponiendo que los bananos valgan 10 centavos por kilogramo, en la estación de embarque de la plantación, el ingreso bruto anual será de 3,600,000 dólares.

Como indican los ejemplos anteriores, el cultivo del plátano puede ser un negocio agrícola bien remunerado. Por supuesto, el anticiparse a las demandas del mercado desempeña un papel importante en la operación total. En plantaciones comerciales en gran escala no sólo se necesita una buena dosis de conocimiento técnico y maquinaria agrícola perfeccionada, sino también las consideraciones referentes a empaque, embarque, maduración y distribución.

## CAPITULO 27

### TARO Y MALANGA<sup>1</sup> (Miembros de la familia Araceae)

A. **TARO** — *Colocasia esculenta* (a veces llamada *C. antiquorum*).

Otros nombres comunes: malanga isleña, tania, tanier, oreja de elefante, tanyah, coco-ñame, talla, gabi, bore, chonque, malangay, macal, etc.

B. **MALANGA** — *Xanthosoma sagittifolium*, *X. violascens*, *X. brasiliense*, *X. atrovirens*

Otros nombres comunes: belembe, calalu, eddoe, habarala, tanier, tannia, coco-ñame del oeste de Africa, ocumo, etc.

Estas doplantas cultivables son muy distintas botánicamente, pero su apariencia general es muy similar, así como su cultivo y su aprovechamiento. Ambas son herbáceas perennes-tuberosas que ostentan grandes y hermosas hojas (como orejas de elefante), y se cultivan ampliamente como alimento en prácticamente todas las regiones tropicales.

Una característica que sirve para identificarlas es el modo en que el pecíolo (tallo de la hoja) se une al limbo de la misma. En la malanga, el pecíolo se une al borde mismo de la hoja, en el lugar donde se encuentran los dos lóbulos basales de ésta. En el taro, el punto de unión del pecíolo se encuentra dentro de la superficie de la hoja (es decir, en la superficie inferior del limbo).

En ambas plantas, la porción comestible es el tubérculo feculento (un bulbo), pero en la malanga, sólo los bulbos que nacen lateralmente (bulbelos) son comestibles; en cambio, en el taro, tanto el bulbo central (tallo subterráneo carnoso) como los bulbelos se consumen como alimento. Además, las hojas y los tallos de algunas variedades de taro y malanga se

usan como alimento. Las hojas de taro se emplean a veces en estofados. Los bulbos centrales maduros del taro varían, en peso, entre 250 y 3,000 gramos o más, según la variedad. Al llegar a la madurez, los bulbelos de la malanga y del taro tienen un peso que oscila entre 85 y 450 gramos o más. Los bulbos de todos los tipos (en ambas especies) suelen ser de 2 a 4 veces más largos que anchos, y su tamaño es similar al de una papa mediana. Pueden cocinarse como la papa, hervidos, asados o fritos, o bien en forma de sopa.

Algunas clases de taro y malanga se cultivan por sus hojas y brotes tiernos, los cuales se cocinan para comerse como verduras. Algunas variedades de taro no tienen las hojas y los tubérculos fuertemente acres, pero todas las demás se tienen que someter a la cocción para quitarles la acritud. Esta se debe a la presencia de cristales en forma de agujas (rafidios) de oxalato de calcio.

#### Valor alimenticio

El taro y la malanga son ricos en carbohidratos (almidón) y muy pobres en proteína (2 a 3% de peso fresco). Son comparables a la papa blanca en cuanto al valor nutritivo general. La proteína es algo deficiente en el aminoácido esencial lisina, asemejándose a la mayoría de los cereales en este sentido. Estos bulbos son más ricos en calcio, fósforo y hierro que la papa, y aproximadamente iguales a ella en contenido vitamínico. Siendo pobres en grasa y proteína, estos cultivos, aunque muy sabrosos, son fundamentalmente alimentos energéticos y deben balancearse con proteínas y grasas para satisfacer las exigencias de la dieta humana. Las hojas y pecíolos comestibles son sustancialmente más ricos que los bulbos en proteína, grasas y minerales, pero tienen menos de la mitad del contenido aquéllos en carbohidratos. De este modo, las hojas y los pecíolos (que se comen ocasionalmente) se aproximan más al balance adecuado para la nutrición humana, en comparación con los bulbos.

<sup>1</sup> Editado por Donald L. Plucknett, Jefe de la Sección sobre Suelo y Agua, Office of Agriculture, Technical Assistance Bureau, Agency for International Development, Washington, D. C. 20523.

## **Descripción**

### **Taro**

Siendo un miembro de la familia botánica Araceae, el taro alcanza una altura de 1 metro o más en condiciones favorables. Los tallos (bulbos) son cortos y gruesos. El limbo de las hojas cuelga hasta casi tocar el suelo; los pecíolos son largos y robustos. El taro ostenta de 6 a 20 o más bulbos grandes y esféricos, de naturaleza subterránea, que constituyen un importante alimento. Algunas variedades se cultivan principalmente por su bulbo principal de gran tamaño, mientras que, en otras variedades, los retoños de bulbos (bulbelos) se consumen también como alimento. Los tipos Dasheen tienen mayor número de bulbelos. Los brotes pelados de los tubérculos pueden utilizarse como lechugas de "invierno".

### **Malanga**

Varias especies de un género de plantas cercanamente emparentadas con el taro se denominan *malanga*. Los bulbos laterales se asemejan a los del taro. Es probable que se empleen tres especies del mismo modo, como cultivos comestibles. Son plantas herbáceas de crecimiento vigoroso, con hojas anchas, un tallo resistente y bulbos principales que generalmente no sirven como alimento. Una especie, *X. sagittifolium*, tiene un tronco aéreo; otras dos especies, *X. atrovirens* y *X. violaceum*, no tienen troncos aéreos. La especie *X. brasiliense* es, probablemente, idéntica a la *X. sagittifolium*. Todas las especies producen abundantemente bulbos laterales que son comestibles.

### **Variedades**

Existen muchísimas variedades de ambos cultivos, y estas defieren considerablemente en su capacidad de rendimiento, en la adaptación a suelos y clima, en las características de las plantas, en el tamaño de los bulbos, en la apetecibilidad y en el contenido de almidón. En Hawái, Puerto Rico y en estaciones experimentales del Caribe y del Lejano Oriente se cuenta con resultados de ensayos limitados sobre ciertas variedades. Cuando se emprende un programa de mejoramiento, una colección de las variedades superiores procedentes de muchas regiones tropicales se debe someter a pruebas de campo bajo las condiciones locales, a fin de determinar su desempeño y la calidad de los tubérculos, así como la ausencia de en-

fermedades tales como las virosis que se pueden transmitir vegetativamente. Esto debe ir seguido de operaciones para determinar la respuesta a la fertilización y al espaciamiento de hileras y plantas.

### **Adaptación y cultivo**

El taro y la malanga producen más y mejor a altitudes entre bajas y medianas, en regiones húmedas de los trópicos y de los subtropicos no expuestos a heladas. Las tierras bajas que bordean ríos y arroyos, que resultan demasiado húmedas para la producción de boniato y ñame, se adaptan bien al taro y a la malanga, aunque algunas variedades se adaptan también a terrenos más secos. Algunas variedades de taro pueden prosperar en campos inundados, como el arroz. El buen desagüe del suelo es imprescindible para la malanga. En regiones secas, esta planta prospera bien bajo riego, pero no es un cultivo prioritario cuando el agua es un factor limitante. Estos cultivos toleran una amplia variedad de suelos, siempre que la humedad sea la adecuada. Se ha informado que los rendimientos de bulbos oscilan entre 3 y 30 toneladas métricas o más por hectárea; las diferencias se deben, en parte, a la variedad que se cultive y, también, a la idoneidad del suelo y el sistema de cultivo.

Para la plantación, puede usarse la sección extrema del bulbo, más 20 ó 30 cm de los pecíolos más bajos, aunque los bulbos, los trozos de bulbo, los bulbelos o cualquier parte del sistema del rizoma que tenga yemas puede emplearse también. Los bulbos o trozos de rizoma se colocan a una profundidad de 7 a 12 cm y se cubren ligeramente con tierra; los cuellos se colocan un poco más profundamente de lo que crecieron previamente, porque el extremo del bulbo constituye la base del nuevo bulbo. De ordinario, se plantan en hileras separadas un metro y espaciadas de 50 a 60 cm en la hilera, empleando plantaciones más densas en los suelos más fértiles, bien dotados de agua. Para plantar una hectárea se requieren de 20 a 25,000 trozos de propagación. La mejor época para la plantación es la temporada fría del año, aunque la operación se puede hacer en cualquier temporada si la humedad es adecuada.

### **Fertilización**

El taro y la malanga son más productivos en suelos bien abonados o fertilizados en forma liberal. Es probable que los fertilizantes de nitrógeno estimulen el desarrollo vegetativo, y que los fertilizantes de potasa sean necesarios

para el buen desarrollo de los bulbos. Los fertilizantes fosfatados estimulan el vigoroso desarrollo de la raíz en los suelos deficientes en fósforo; estos fertilizantes se deben colocar cerca del trozo de propagación y ligeramente debajo de él, de modo que el sistema radicular en desarrollo tenga un acceso temprano y continuado a los nutrimentos.

El período de tiempo que se requiere para que una cosecha de bulbos madure depende de la variedad de que se trate. Se informa que algunas variedades producen una cosecha en tres meses, pero muchas variedades requieren 10 meses o más. Los bulbos se pueden cosechar individualmente, conforme maduran, dejando los más pequeños para que crezcan antes que la planta sea removida, o bien, la totalidad de la planta se puede arrancar a mano cuando el suelo es húmedo y una vez que la mayoría de los bulbos han madurado.

#### ***Plagas y enfermedades***

El taro y la malanga están relativamente li-

bres de enfermedades y plagas. La enfermedad más grave de las hojas del taro es el añublo, provocado por *Phytophthora colocasiae*. Si no se le controla, esta enfermedad puede deshojar las plantas. Existen virus letales para el taro en las islas Solomón Británicas en el Pacífico. Las larvas blancas (gallina ciega) y los gusanos de alambre pueden dañar los bulbos, pero generalmente no limitan la producción. En clima muy seco, los pulgones (áfidos) y las arañas rojas aparecen a veces en grandes números sobre el follaje pero no perjudican gravemente las plantas. En las islas del Pacífico, el taro sufre a veces graves daños a causa de la cicala de esta planta. Las infestaciones del nematodo del nudo de la raíz achaparran las plantas y reducen los rendimientos. En el campo, las podredumbres de los bulbos pueden ser provocadas por la especie *Pythium*. Las podredumbres del almacenamiento se pueden presentar cuando los bulbos se guardan en lugares húmedos.

## CAPITULO 28

### MANDIOCA<sup>1</sup> (*Manihot esculenta*)

Otros nombres comunes: yuca, tapioca, cassava, guacamote, etc.

#### *Distribución geográfica*

Se cree que es oriunda de la América tropical y fue introducida por los exploradores portugueses, en el siglo XVII, en otras regiones tropicales del mundo.

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) consignó que la producción en 1969 ascendió a 33 millones de toneladas métricas en América del Sur, 31 millones en África, y 21 millones en Asia, además de ½ millón de toneladas en América Central y en el Caribe. La mandioca se cultiva en todos los países tropicales por sus raíces feculentas, como cultivo de subsistencia, para el comercio local y como cultivo industrial en muchos países.

#### *Valor alimenticio y utilización*

La mandioca es un alimento feculento, valioso como fuente de energía. Los tubérculos promedian un 33% de carbohidratos (el doble del de la papa, debido a su menor contenido de humedad), pero sólo un 1% de proteína y 0.3% de grasa. Además de ser muy pobre en vitaminas y proteínas, su proteína es algo deficiente en los aminoácidos esenciales, metionina y triptófano. La mandioca es relativamente rica en calcio, fósforo y hierro. Las hojas tiernas de las variedades "dulces" son comestibles y constituyen una fuente de minerales y vitaminas mucho más efectiva que los tubérculos. Además, las hojas son considerablemente más ricas en proteína y más pobres en carbohidrato, que los tubérculos. Las hojas promedian de 3.7 a 10.7% de proteína en una base de peso fresco, y de 21 a 33% en una base de peso seco. Entre los aminoácidos esenciales, sólo la metionina es deficiente. Los niveles de lisina son bastante buenos (5.6 a 8%).

Hay continuas variaciones entre los tipos dulces y los amargos. Las raíces de estos últi-

mos contienen un mayor porcentaje de ácido cianhídrico venenoso, que los tipos dulces. Estos se cultivan principalmente para ser hervidos y comidos como hortalizas. Los tubérculos pierden el cianuro cuando son rallados y exprimidos de su jugo, para fabricar harina. El cianuro se elimina también con un hervor prolongado o si las raíces se tuestan.

Cuando las raíces ralladas se lavan el líquido empleado para ello contiene almidón, el cual se separa por asentamiento. Mientras el almidón está aún húmedo, se prensa a través de finos cedazos, pasándolo a un plano de cerámica caliente para obtener la tapioca comercial. También se le puede secar para obtener la harina que se emplea en muchos productos de pastelería. Muchos países de todos los continentes exportan tapioca y almidón, predominando entre ellos Brasil, Tailandia e Indonesia.

#### *Adaptación*

La mandioca es relativamente resistente a la sequía y es una planta particularmente útil en todas las regiones donde se alternan las temporadas secas y las lluviosas. Prospera bien cuando el suministro de humedad es adecuado y queda prácticamente en dormancia (latente), aunque permanece viva en los períodos más secos. Como la planta es fundamentalmente perenne, puede dejarse indefinidamente en el campo como cultivo, cosechándose los tubérculos cuando se necesiten. Empero, puede crecer bien como planta anual, produciendo una cosecha de tubérculos entre 9 y 12 meses después de la siembra, siempre que la humedad sea adecuada para un crecimiento sostenido.

La mandioca requiere un clima cálido, pero crece extensivamente en las regiones subtropicales libres de heladas, así como en los verdaderos trópicos. En las tierras altas de los trópicos, rara vez se cultiva a altitudes mayores de 1,500 metros.

La planta no es particularmente exigente en cuanto a los requerimientos en materia de suelo, pero produce mayores rendimientos en

<sup>1</sup> Editado por Eduardo Alvarez-Luna, Director, Plant Sciences, International Center of Tropical Agriculture, Cali, Colombia.

los suelos más profundos. No tolere el drenaje imperfecto del suelo, por lo cual no es adecuada como cultivo alterno en los arrozales de tierras bajas. Aunque la mandioca tiene el prestigio de que se adapta a los suelos de la más variada fertilidad, los rendimientos más elevados se obtienen solamente en los suelos más fértiles. En contraste con los rendimientos habituales, de tres a cinco toneladas métricas por hectárea, en los campos de subsistencia, se han obtenido rendimientos de 30 toneladas o más en suelos friables, profundos y fértiles. Los campos que han sido cultivados de modo continuo deben ser fertilizados para fomentar la producción de mandioca. Las respuestas registradas a los cultivos de abono verde (especie *Crotalaria*) indican la necesidad de nitrógeno. Las respuestas favorables de esta planta a la aplicación de fertilizantes de fosfato y potasa en franjas debe ser similar a la que se consigna para otros cultivos de tubérculos. Un problema básico para la agricultura de subsistencia consiste en tener acceso al crédito o a los otros tipos de ayuda que hacen factible la adopción de la tecnología necesaria para tener una producción mejorada.

### *Descripción*

La mandioca es una planta arbustiva perenne que alcanza una altura de dos a tres metros, con tallos erectos y limpios, y hojas palmadas divididas que se yerguen sobre largos pecíolos. Produce grandes raíces tuberosas, alargadas y carnosas, que son ricas en almidón. El tamaño de las raíces depende de la edad y de las condiciones en que crezcan, pero con frecuencia alcanzan longitudes de 40 cm y peso de 5 kg o más. Las raíces tienden a volverse más fibrosas después de los 12 a 14 meses de edad, en consecuencia, el cultivo suele cosecharse cuando está aún carnoso. La propagación se logra a partir de cortes que se obtienen de los tallos de las plantas, cuando éstas han alcanzado una edad mínima de 10 meses y un espesor de 2.5 a 3.5 cm. Una vez que los tallos son cosechados, se almacenan durante un breve tiempo en un lugar seco protegido, hasta que llega la fecha de la plantación. Se obtienen cortes de unos 25 cm de longitud, de la parte inferior del tallo, después de descartar los 20 cm basales, teniendo el tallo superior un diámetro de menos de 2.5 cm.

Los cortes echan raíces por los nudos que se encuentran debajo del nivel del suelo después de la plantación, y los nuevos brotes de la parte más superior producen yemas en los nudos del tallo. El sistema radicular está bien ramificado

y ocupa, del suelo, hasta bastante profundidad. Después de unos cuantos meses, ciertas raíces que se encuentran cerca de la base del tallo se hinchan a causa de un depósito de almidón, y siguen creciendo en los períodos en que la humedad es adecuada. Siguen creciendo en forma indefinida y pueden dejarse en el suelo sin que se deterioren, hasta el día en que la cosecha sea oportuna, si bien es cierto que se vuelven cada vez más fibrosos cuando han pasado de 12 a 14 meses desde la plantación original.

### *Varietades*

Se han consignado muchas variedades de mandioca, tales como la Sao Pedro Preto, con alto contenido de almidón; Bogor, tipo "dulce" que se cultiva en Indonesia; Ambon, que se cree que tiene un mayor contenido de proteína. La variedad Llanera en Colombia tiene fama de ser considerablemente más rica en contenido proteínico y de producir rendimientos superiores. Otras variedades, que también tienen nombres específicos, se producen en todas las regiones donde se cultiva la mandioca. Esta planta produce normalmente semilla si se ha desarrollado más allá de la fase vegetativa, y los genetistas emplean la reproducción sexual de esta especie para el desarrollo de nuevas razas con características deseables. Sin embargo, el método general de propagación para las variedades establecidas consiste en plantar secciones del tallo capaces de reproducirse vegetativamente. La reproducción vegetativa es eficaz para multiplicar las mutaciones somáticas, conforme éstas se van encontrando, lo cual puede ser una fuente importante de nuevos tipos de plantas. En cualquier caso, hay numerosas variedades o razas de mandioca en todas las regiones donde se cultiva esta planta.

Hay una considerable variabilidad dentro de las recolecciones de razas de mandioca, capaces de permitir la selección de razas superiores en lo que se refiere a adaptación al ambiente, mayor contenido de almidón o de proteína en los tubérculos, menor contenido de ácido cianhídrico, así como características específicas de la planta y de la raíz. La propagación vegetativa de las razas deseables hace posible la rápida multiplicación de cualquiera de ellas para su producción en el campo. La principal limitación consiste en suprimir las plantas infectadas por virus que muestran una producción clorofílica anormal, en forma de hojas moteadas o rayadas, o una coloración verde deficiente, ya que el virus se transmite por reproducción vegetativa. La evaluación en el campo de todas

las razas de mandioca disponibles y la selección de aquéllas que muestren rasgos superiores es un método rápido para mejorar la productividad de la mandioca.

## **Cultivo**

### **Fertilización**

Como se indicó antes, la mandioca produce una cosecha limitada de raíces tuberosas en un período de 12 meses, sin fertilizantes, en una gran variedad de suelos. Empero, el cultivo responde a los suelos fértiles y al uso eficaz de los fertilizantes.

Los fertilizantes nitrogenados se deben aplicar periódicamente, cada tres meses durante el período de crecimiento real, a razón de 20 kg de nitrógeno por hectárea, a fin de producir efectos sostenidos en la mandioca. Los fertilizantes de fosfato y potasa se aplican más eficazmente en franjas, antes de hacer la plantación, en surcos que se encuentren debajo de donde estarán las futuras hileras de mandioca. Este tipo de aplicación en franjas minimiza la interacción del fertilizante con la tierra, lo cual puede fácilmente convertir el fosfato hacia una forma que no es accesible para la mandioca. Si no se realizan pruebas de campo en la localidad, acerca de las cantidades de fertilizantes que convienen a la mandioca, se sugiere que los ensayos iniciales se hagan con el equivalente de 50 kg de fosfato ( $P_2O_5$ ) y 25 kg de potasa ( $K_2O$ ).

### **Preparación de la tierra para la siembra**

La tierra debe estar bien trillada para plantar los cortes de tallos (aproximadamente de 25 cm de longitud). Estos se colocan en hileras, espaciadas de 1 a 1.25 metros, estando dichos cortes a distancias de 1 metro entre sí, dentro de la hilera. Los cortes se insertan aproximadamente a 2/3 partes de su longitud, dentro de la tierra preparada, de modo que cuando menos el nudo más inferior quede bien enterrado. La plantación se realiza mejor al principio de la temporada de lluvias, y el enraizamiento y el desarrollo de brotes se produce entonces con bastante prontitud. Cualquier falla que se produzca en los cortes se puede observar al cabo de tres semanas aproximadamente, y habrá que plantar nuevos cortes para reemplazar los que fracasaron.

### **Control de las malas hierbas**

A excepción de los cultivos de poco creci-

miento, leguminosos, de abono verde, que se pueden cultivar en los campos de mandioca, todas las hierbas deberán excluirse. Las hierbas compiten con la mandioca, por la humedad y los nutrimentos del suelo, reduciendo así los rendimientos. El deshierbe manual o la trilla con azadón o a máquina son los métodos más eficaces para controlar la maleza, si se aplican cuando ésta es pequeña, antes que represente una competencia intensa. El deshierbe debe proseguir hasta que las plantas de mandioca sean suficientemente grandes para sombrear el terreno.

### **Control de las enfermedades**

Las virosis y las bacteriosis, que se deben en gran parte a la plantación de cortes infectados, son enfermedades importantes de la mandioca. Otras enfermedades de esta planta que reviste importancia son *Phyllosticta*, *Cercospora*, *Taphrina* y *Oidium*.

Los virus pueden ser muy graves, pero suelen propagarse lentamente y se les puede controlar, en gran medida, plantando únicamente cortes de tallos libres de virus (de apariencia normal). Todo el material vegetal infectado de virus, que presente hojas decoloradas o distorsionadas, debe ser eliminado de los campos e incinerado.

### **Plagas de insectos**

La mandioca sufre el ataque de varios insectos, tales como tripsos o trips, gusano cornudo, mosca de los brotes y arañas rojas (ácaros araña). En caso de que se presente una infestación significativa, deberá aplicarse con prontitud algún insecticida de propósito específico.

### **Cosecha**

Las raíces tuberosas se deben cosechar entre 9 y 12 meses después de la plantación, según la presencia de lluvias y la variedad de que se trate. Al hacer la cosecha, las raíces se extraen lentamente del suelo, tirando de los tallos, o con la ayuda de una estaca resistente que se emplea como palanca y se ata al tallo, cerca de la base de éste. Como las plantas permanecen vivas y las raíces tuberosas no tienen una etapa de maduración determinada, la cosecha se debe programar en una época conveniente. En cultivos de subsistencia, las raíces se pueden cosechar de modo intermitente durante un largo período, siendo la principal limitación para el efecto, el hecho de que el contenido de fibra de las raíces aumenta considerablemente

al cabo de 12 meses transcurridos desde la fecha de la plantación. La etapa de desarrollo óptima para que la cosecha rinda al máximo se debe determinar mediante ensayos de campo, efectuados en cada región, para cada una de las variedades.

## CAPITULO 29

### ÑAME<sup>1</sup> (*Dioscorea* spp.)

Otros nombres comunes: boniato, batata amarilla, cabeza de negro, igname, ñame, ñangate, etc.

En la lista siguiente se incluyen las especies de ñame que más se cultivan, según su orden de importancia en los trópicos y los subtropicos, así como algunas de sus características:

1. Ñame blanco de Guinea (*Dioscorea rotundata*) — Africa tropical, tallo generalmente espinoso, se tuerce a la derecha, temporada de crecimiento de 8 meses, grandes tubérculos cilíndricos.
2. Ñame mayor de Asia (*Dioscorea alata*) — Sureste de Asia, ahora en todo el mundo, tallo alado, se tuerce a la derecha, temporada de crecimiento de 10 meses, grandes tubérculos variables.
3. Ñame amarillo de Guinea (*Dioscorea cayenensis*) — Africa tropical, tallo espinoso, se tuerce a la derecha, temporada de crecimiento de 10 a 11 meses, grandes tubérculos variables.
4. Ñame menor de Asia (*Dioscorea esculenta*) — Principalmente Asia tropical, tallo redondo algo espinoso, se tuerce a la izquierda, temporada de crecimiento de 11 meses, tubérculos arracimados pequeños o grandes.
5. Ñame patata (*Dioscorea bulbifera*) — En todos los trópicos, tallos liso, se tuerce a la izquierda, tubérculos aéreos y a veces subterráneos.
6. Ñame Cush-Cush (*Dioscorea trifida*) — Región del Caribe, tallo alado, se tuerce a la izquierda, temporada de crecimiento 11 meses, tubérculos pequeños arracimados.

El verdadero ñame no guarda relación con otra especie de cultivo que a veces recibe el nombre de ñame, especialmente el boniato

y el coco-ñame, que son en realidad taros y tainas.

El ñame es un alimento básico para millones de habitantes de muchos países tropicales y algunos subtropicales, y es alimento secundario para otros muchos millones de personas. Su cultivo en gran escala como planta comestible se efectúa en tres zonas principales del mundo: oeste de Africa, sureste de Asia (incluyendo parte de China, Japón y Oceanía) y, localmente, en el Caribe y en la zona tropical de América Latina.

Los ñames comestibles son cultivos de campo, que aunque básicamente son perennes, reciben el tratamiento correspondiente a plantas anuales. Son cosechadas en cada Temporada—a veces más de una vez en la temporada—, y se vuelven a plantar cada año. Esencialmente, son cultivos propios de los trópicos húmedos, semihúmedos o semiáridos, pues aunque se adaptan a los climas donde la temporada seca o no lluviosa es larga, requieren cantidades considerables de agua durante su temporada de crecimiento, a fin de que se desarrollen sus tubérculos. Estas plantas están poco adaptadas a las técnicas modernas de la agricultura mecánica y, esencialmente, son cultivos de campesinos que se efectúan por métodos manuales únicamente. Dichos agricultores campesinos cultivan pequeños terrenos y consumen porciones muy considerables de sus cultivos, ya sea ellos mismos, sus familias o sus vecinos. En consecuencia, el ñame pertenece primordialmente a la agricultura de subsistencia, y no a la agricultura comercial".\*

\* Citas tomadas de "Yams" por D. G. Coursey. Véase la lista de "Referencias Seleccionadas" al final del capítulo 40 de esta publicación.

Sin embargo, hay pruebas de que el ñame no tiene por que concretarse a este papel limitado. Algunas variedades seleccionadas que se cultivan a escala de plantación comercial, con la ayuda de máquinas y un mínimo de soporte para los sarmientos, pueden redituarse económicamente atractivas de materia prima para la alimentación del ganado, del hombre, o bien para propósitos industriales.

<sup>1</sup> Editado por Franklin W. Martin, Jefe Local, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, Federal Experiment Station, Mayaguez, Puerto Rico 00708.

### **Valor alimenticio del ñame**

El valor nutritivo del ñame como alimento humano varía, sin lugar a dudas, de una a otra región y entre las especies de dicha planta. Sin embargo, un análisis promedio de los tubérculos arroja un 71% de agua, 3% de proteína, 23% de carbohidrato (principalmente almidón) y 1% de ceniza. El contenido de calcio, fósforo y hierro es más alto que en la papa, pero el ñame es algo más pobre en contenido vitamínico. Aunque el ñame suele considerarse alimento energético que debe complementarse con otros comestibles capaces de proporcionar la proteína y la grasa necesarias para la dieta humana, el contenido proteínico en peso seco se aproxima al de los cereales de grano. La proteína es deficiente en los aminoácidos que contienen azufre—metionina y cistina—, sin embargo, son como las proteínas de las leguminosas alimenticias de grano y de la mayoría de las plantas. Se requiere el complemento con fuentes ricas en proteínas para balancear una dieta a base de ñame.

Como alimento energético, el ñame se puede usar indistintamente con otras plantas de raíces y tubérculos, y como sustituto del plátano, arroz, sorgo, maíz y mijo. El ñame se prepara como alimento de muchas formas: asado, tostado, hervido, al vapor, frito o en preparaciones de harina desecada.

### **Adaptación**

El ñame es un cultivo tropical. Requiere suministros bastante abundantes de agua durante su etapa de crecimiento, pero puede prosperar en zonas de muy variable precipitación pluvial anual, efectuándose su desarrollo durante los días lluviosos.

La elección de especies y variedades se debe ajustar a la longitud probable de las temporadas en que la lluvia sea suficientemente abundante para propiciar el desarrollo vegetativo. La mayoría de las variedades se adaptan a temporadas lluviosas durante los días largos y a temporadas secas durante los días cortos del año.

Salvo el *D. opposita* y *D. japonica*, los ñames comestibles prefieren las temperaturas por arriba de 25° C para una alta productividad. Las temperaturas excesivamente altas pueden ser dañinas, sin embargo, especialmente si la humedad es un factor limitante.

La naturaleza tuberosa del ñame es una forma de adaptación a las temporadas de sequía prolongada. Cuando la humedad se vuelve deficiente, la punta de la planta muere y ésta entra en dormancia, pero logra sobrevivir gra-

cias a los tubérculos. Así, el ñame es capaz de crecer en las áreas de precipitación pluvial más alta, así como en las regiones que cuentan con suministros de humedad cada vez menores, hasta las zonas que apenas tienen 600 milímetros al año, si las lluvias llegan en una sola temporada de 3 a 4 meses. Sin embargo, el ñame es más productivo en las zonas cuya temporada lluviosa dura de 6 a 9 meses. El ñame puede soportar cortos períodos de sequía durante la temporada de crecimiento, gracias a las reservas de agua que contienen sus tubérculos, pero esas limitaciones en la humedad reducen los rendimientos.

El ñame requiere un suelo profundo, fértil y bien drenado para producir satisfactoriamente los tubérculos. Los sistemas radiculares son relativamente débiles y no pueden extraer el agua de volúmenes extensos de suelo, particularmente si éstos son compactos. El cultivo requiere buen drenaje del suelo; de lo contrario, los tubérculos se pudren.

### **Descripción**

Las especies comestibles de ñame son plantas herbáceas, volubles, con espinas o sin ellas, con frecuencia tienen tallos cuadrilados o angulares, y grandes hojas ovaladas, de nervaduras paralelas. Producen grandes tubérculos subterráneos comestibles que tienen, con frecuencia, raicillas con apariencia de cabellos o espinas. Los tubérculos son feculentos y pueden variar mucho en tamaño y forma, entre las distintas especies y variedades. En condiciones favorables, las plantas florecen, pero la mayoría de las especies rara vez producen semilla. En general, el cultivo se propaga plantando tubérculos más pequeños o trozos de tubérculos de mayor tamaño. Los fitotécnicos pueden crear nuevas variedades de algunas especies, cultivando plantas a partir de semilla después de la hibridación.

### **Variedades**

Es posible que algunas de las numerosas variedades de ñame hayan sido resultado de mutaciones somáticas, y que la incidencia de tales mutaciones se siga produciendo. Pueden alcanzarse grandes mejorías en el rendimiento y la calidad de los tubérculos si se adquieren colecciones de variedades, y si se sujetan éstas a pruebas de campo locales tendientes a determinar cuáles son las más adecuadas para la región. Cuando las plantas son víctimas del ataque de virus, resulta valiosa la selección de clones para hacer limpieza en las existen-

cias del vegetal. Deberá consultarse con las estaciones agrícolas de la región respecto a las variedades que se desempeñan bien y a las fuentes de abastecimiento de material para la plantación. Se ofrece variedades mejoradas en la Federal Experiment Station, Mayaguez, Puerto Rico.

### **Cultivo**

#### **Fertilizantes**

La respuesta al empleo de abonos animales y fertilizantes comerciales varía según el clima y el sistema agrícola, pero las respuestas generales se pueden resumir como sigue: los abonos animales y los compostes han propiciado incrementos sustancialmente mayores cuando se agregan al suelo, de modo que la simiente y los tubérculos no estén en contacto directo con dichos materiales orgánicos, lo cual podría causar su descomposición. Los fertilizantes de nitrógeno son estimulantes, pero se deben suministrar en 2 ó 3 aplicaciones separadas a fin de proporcionar un abastecimiento continuo de nitrógeno durante la temporada de crecimiento. Una sola aplicación de una cantidad equivalente de estiércol o composte es suficiente para la temporada.

Los fertilizantes de fosfato han producido resultados variables, probablemente a causa de métodos de aplicación ineficaces. Los fosfatos se deben aplicar en franjas, cerca de los nuevos plantíos, pero debajo de ellos para garantizar la disponibilidad del fosfato según se requiera. Si se incorpora el fosfato con la tierra de muchos suelos tropicales, se produce la "reversión" de la mayor parte del fosfato, que adopta formas inertes, inaccesibles para las plantas. Las aplicaciones superficiales de fosfatos son relativamente inútiles porque éstos no penetran el suelo en virtud de la lluvia, como lo hacen los fertilizantes nitrogenados.

Los fertilizantes de potasa sólo son útiles cuando van acompañados de nitrógeno y fosfatos, aplicados éstos del modo adecuado para ser eficaces.

Cuando se depende parcial o totalmente de fertilizantes comerciales, en vez de emplear cantidades liberales de estiércol o composte, se sugiere la aplicación de fertilizante de modo que aporte el equivalente a 50 kg por hectárea, tanto de nitrógeno (N) como de fosfato ( $P_2O_5$ ) y 25 kg de potasa ( $K_2O$ ) antes de la plantación, y que se complemente con 25 kg de nitrógeno (N) por hectárea a intervalos de tres meses después de la plantación.

### **Siembra**

El método tradicional para la siembra del ñame consiste en servirse de los montículos o caballones y se obtienen mejores resultados si los hoyos de siembra se cavan en el caballón preparado de antemano, y si se rellenan éstos con composte o estiércol animal bien podrido. Una capa de tierra de 5 cm debe cubrir el fertilizante orgánico para evitar el contacto directo con el material de siembra, lo cual podría causar putrefacción.

Los tubérculos pequeños se pueden plantar enteros, pero los de mayor tamaño suelen cortarse en trozos de 200 gramos, aproximadamente, cada uno. Se puede espolvorear un fungicida de uso general sobre las superficies cortadas de los tubérculos, para evitar la podredumbre. Normalmente, tanto los tubérculos pequeños como los trozos de tubérculos grandes se plantan en una fecha próxima al momento del brote natural. En algunas ocasiones, se estimula a los trozos de tubérculo para que echen brotes antes de la plantación. La aparición de los brotes se fomenta cubriendo los trozos cortados, con hierba seca o arena húmeda, y dejándolos en un lugar fresco hasta que los brotes se desarrollen. Los trozos de simiente se plantan con 50 a 100 cm de separación, en caballones o montones de tierra, enterrándolos hasta una profundidad de 5 a 10 cm. La plantación temprana, inmediatamente antes del comienzo de las lluvias o simultáneamente con éstas, tiene mayores probabilidades de producir los más altos rendimientos. Para proteger los tubérculos contra los daños que ocasiona el calentamiento excesivo en clima seco, algunas veces se acostumbra ponerles "gorro" en el momento de la plantación. El "gorro" consiste en un puñado de hierba seca colocado sobre la parte superior del tubérculo, para cubrir luego el conjunto con una capa de 5 a 10 cm de tierra.

Los sarmientos del ñame son siempre rastreos y se deben sostener para permitir un desarrollo saludable y rendimientos satisfactorios de tubérculos. Se deben fijar postes o ramas de bambú rígidas, hincándolos en el terreno a lo largo de las hileras para sostener los sarmientos, o bien se pueden disponer tres postes en torno a cada planta, formando un tripode. Se pueden ensayar muchas variantes, pero la altura óptima es de sólo dos metros, aproximadamente.

#### **Control de las malas hierbas**

Este control es esencial para la producción eficaz del ñame. Como esta planta germina en

forma irregular, el control de la maleza es más importante al principio de la temporada. El denso desarrollo de sarmientos, que se produce después, tiende a arrojar sombra sobre las malas hierbas y reduce los costos de operación subsecuentes. La maleza se destruye arrancándola muy cerca de donde se encuentra cada planta de ñame, y labrando con el azadón entre las plantas.

#### ***Enfermedades de la planta***

Estas no suelen constituir problemas importantes en la producción de ñame. En caso de brotes de manchas foliares, la aplicación expedita de algún fungicida de uso general es recomendable.

#### ***Plagas de insectos***

Se ha consignado que las plagas de insectos son enconadas enemigas del ñame. Las larvas blancas (gallina ciega) y los gusanos de alambre

causan algunas veces daños locales. Es fundamental seleccionar semilla libre de daños causados por insectos. La rotación de cultivos, tendiente a que el ñame u otros cultivos de raíces y tubérculos, no se produzca en la misma tierra en temporadas sucesivas, es una medida preventiva digna de confianza para evitar la proliferación de las plagas en el subsuelo.

#### ***Cosecha***

El cultivo está listo para cosecharse una vez que las hojas empiezan a secarse y los sarmientos mueren, desde arriba hacia abajo, al final de la temporada de lluvias. Los tubérculos pueden dejarse en la tierra y usarse según se requiera, siempre que se les pueda proteger de los gusanos y otros enemigos. También se pueden levantar y colocarse en un cobertizo fresco y bien ventilado. Algunas veces, los tubérculos se almacenan bajo tierra o arena seca para prevenir la pérdida de humedad y el encogimiento.

## CAPITULO 30

### BATATA<sup>1</sup> (*Ipomoea batatas*)

Otros nombres comunes: Boniato, camote, patata dulce, etc.

#### **Descripción**

La batata (*Ipomoea batatas*) pertenece a la familia de las convolvuláceas. Es perenne, pero crece como cultivo anual en la mayoría de los sistemas agrícolas. Su desarrollo es lateral, produciendo largos tallos radiculares rastreros. Las hojas pueden ser ovaladas, acorazonadas, lobuladas o con muescas, según la variedad. Las flores tienen forma de embudo y las semillas tienen cáscara lisa y angulosa. La batata florece y produce abundante semilla en los trópicos, permitiendo así la reproducción selectiva controlada para el mejoramiento de la planta. Las raíces tuberosas empiezan a desarrollarse en un plazo de tres semanas, desde la plantación de los esquejes.

#### **Distribución geográfica**

El origen de la batata se desconoce, pero se ha especulado que procede de los trópicos de América, de donde se propagó hacia Asia y África en tiempos posteriores a Colón.

Debido a que las estadísticas mundiales sobre la producción de la batata se combinan con los del ñame (*Dioscorea* spp.), planta que no guarda relación alguna con la batata, no es posible identificar con seguridad las regiones predominantes en el cultivo de este tubérculo. Sin embargo, es evidente que la batata es un cultivo comestible principal en muchas regiones tropicales, tanto del Viejo Mundo como del Nuevo. Su potencial alimenticio es grande pues los rendimientos oscilan entre 3 y 15 toneladas métricas por hectárea.

#### **Variedades**

Los fitogenetistas de los trópicos han desarrollado variedades mejoradas de batata, a partir de semilla verdadera, mediante cruzamien-

tos de una gran cantidad de tipos que muestran características deseables. Empero, muchas de las variedades cultivadas que crecen en los trópicos parecen provenir de mutaciones somáticas, las cuales se producen espontáneamente a partir de cultivos que crecen por propagación vegetativa. Estas mutaciones varían considerablemente en cuanto a adaptación al ambiente, rendimiento, tamaño y sabor de la raíz, brindando así un margen de elección para el granjero local.

#### **Adaptación**

La batata prospera solamente en climas cálidos, y la exposición prolongada a temperaturas por debajo de 10° C es perjudicial. Tiene un período de dormancia (latencia), que puede oscilar de unas cuantas semanas a varios meses, y no produce brotes sino hasta que la temperatura del aire está entre 15 y 19° C. Sólo es medianamente resistente a la sequía, pero se puede obtener un buen rendimiento al cabo de un período de 3 a 7 meses, si cuenta con lluvia adecuada y uniformemente distribuida (mínimo 900 mm). Tolerancia los períodos de sequía breves, pero éstos muestran efectos adversos sobre el rendimiento. La humedad elevada es inconveniente ya que fomenta la proliferación de las enfermedades de la hoja y el tallo a las cuales es propensa la batata. La batata tolera una gran diversidad de suelos, aunque prefiere los terrenos arenosos. Los suelos más pesados se pueden aprovechar, pero deben someterse a labranza satisfactoria, formando canchales que permitan un buen desagüe. Si se realiza la plantación en caballones o camellones, se facilita también considerablemente la cosecha. Debe tenerse cuidado al aplicar fertilizantes, especialmente nitrogenados, ya que éstos estimulan el crecimiento de la parte aérea, a expensas de la raíz. Sin embargo, en áreas dotadas de suelos pobres, puede ser ventajoso el empleo de compostes y abonos. La batata prospera en los linderos y camellones de terrenos de regadío, aunque no reciba riego directo.

<sup>1</sup> Editado por S. K. Hahn, Jefe, Root, Tuber and Vegetable Improvement Program, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

El riego complementario produce buenos rendimientos en zonas de lluvia inadecuada.

### *Utilización*

Las raíces tuberosas de la batata se consumen como alimento en muchas formas y las hojas suelen aprovecharse como verduras. La raíz tuberosa no requiere procesamiento especial para su cocción y es a la vez nutritiva y sabrosa. Se almacenan bien durante algunas semanas o meses, después de la cosecha, si son curadas a temperaturas de 25 a 27° C durante un período de 10 días a dos semanas. Grandes cantidades de tubérculos se enlatan en regiones industriales o se secan al sol o deshidratan. Son también una fuente de almidón comercial y se emplean como alimento para el ganado.

### *Valor alimenticio*

Agua	60-70%
Proteína	1.6-2.0%
Carbohidrato (almidón y azúcar)	25-30%
Grasa	0.7%
Ceniza	1.0%

En general, se prefiere la batata que tiene consistencia seca al ser cocinada, al menos en algunos países, sobre la del tipo más dulce y húmedo.

El contenido de calcio, fósforo y hierro de la batata es similar a la de la patata blanca pero excede a ésta en cuanto a las vitaminas tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. Los tipos carnosos amarillos (anaranjados), muy populares en América, son especialmente ricos en vitamina A.

### *Material de plantación*

El método más común para plantar la batata consiste en producir brotes enraizados o "esquejes". Para producirlos, las raíces tuberosas se deben plantar horizontal y superficialmente en cuadros de arena en el vivero. Cuando los brotes obtenidos por este método alcanzan una longitud de 40 cm aproximadamente, deben reducirse a unos 30 cm, mediante corte, para obtener esquejes de plantación. Estos se pueden obtener del vivero, a intervalos de unas cuantas semanas, viéndose favorecido el proceso por una aplicación de nitrógeno al cuadro de siembra del vivero.

Este procedimiento no se emplea en los trópicos, donde cortes de 30 cm del cultivo en el

campo, se pueden plantar en forma directa, después de permanecer a la sombra, bien regados, durante un lapso de 2 ó 3 días. Debe señalarse que los cortes terminales siempre producen los más altos rendimientos, seguidos por los segundos cortes, y así sucesivamente.

### *Plantación*

La mejor forma de preparar los campos es formando caballones, con espaciamiento de 1 metro, colocando los esquejes en dichos caballones, a intervalos de 30 cm en la temporada seca, y de 40 a 50 cm en la temporada húmeda. Los esquejes se deben cortar del cuadro de siembra del vivero, como se describió anteriormente, o del campo si el cultivo se va a efectuar en los trópicos.

En regiones más templadas, los esquejes se deben plantar al principio de la temporada de lluvias, pero en los trópicos, la batata se puede cultivar dos veces al año, produciéndose una cosecha en la temporada medianamente seca y otra en la temporada húmeda. Para el cultivo de temporada seca, la plantación se debe hacer cuando menos 1 mes antes del término de la temporada lluviosa, a fin de tener herbaje.

En general, la batata no se debe cultivar en tierras donde se haya producido una cosecha de raíces en la temporada anterior. Sin embargo, es factible el cultivo continuo si no amenazan enfermedades graves, insectos ni nematodos. En general, no se requiere el empleo de abonos y compostes, salvo en regiones de suelo pobre, arenoso o de arcilla, o en tierras cansadas. Pueden emplearse fertilizantes comerciales en forma ventajosa, los cuales deben ser ricos en potasa y sólo medianamente altos en fosfato.

Las proporciones de fertilizante se deben ajustar a las condiciones del suelo, pero, si no se han realizado pruebas de campo con fertilizantes para la batata, se sugiere que la prueba inicial se efectúe con 25 kg de nitrógeno (N), 50 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 50 kg de potasa por hectárea. La mejor forma de colocar el fertilizante mezclado es en franjas, unos cuantos centímetros debajo del nivel de la plantación. No se requiere fertilizante adicional, ya que el nitrógeno complementario estimula el desarrollo de la parte aérea a expensas de la raíz, y en vista de que el fosfato y el potasio aplicados a voleo no benefician las raíces.

### *Control de las malas hierbas*

Por tener los sarmientos de la batata un hábito rastroso, es fundamental efectuar un des-

hierbe regular antes que el terreno se cubra por completo, y se sugiere que dicha operación se realice de una a tres veces.

#### ***Control de las enfermedades***

La batata es vulnerable a muchas virosis y micosis, pero estas pueden minimizarse con una buena administración del cultivo. Es importante practicar la rotación de cultivos; plantar solamente variedades de reconocida resistencia a las enfermedades de importancia en la localidad, y eliminar totalmente los residuos vegetales después de la cosecha. Estos residuos pueden servir de alimento para animales, o como ingredientes del composte, pero deberán ser incinerados si la enfermedad en cuestión es grave.

En regiones muy lluviosas y húmedas, las enfermedades se propagan con rapidez, pero las medidas preventivas antes mencionadas deben proporcionar cierto grado de control. Si ningún control parece alcanzable y el cultivo está muy dañado, se sugiere que se desista de cultivar batata y que, en lo futuro, se opte por otros cultivos de plantas tuberosas mejor adaptadas a las condiciones climáticas locales.

#### ***Control de las plagas de insectos***

La peor plaga de insectos que ataca la batata en los trópicos es el gorgojo, el cual incide sobre todas las partes de la planta: raíces, tallo y hojas. Las medidas preventivas que se sugieren para controlar las enfermedades son igualmente eficaces en el control de insectos. Si a pesar de estas medidas, el ataque de los insectos parece ser intenso, habrá que aplicar insecticidas de amplio espectro que hayan sido aprobados por el gobierno, procediendo de acuerdo con las instrucciones para el efecto. Los brotes deben ser atacados con prontitud para impedir que proliferen las poblaciones del

insecto. Especímenes de las plagas particularmente intensas deben ser enviados a la autoridad pertinente, para su identificación, con la solicitud de que se indique un tratamiento específico.

#### ***Cosecha y almacenamiento***

La batata puede dejarse en el terreno durante varios meses en la temporada seca, pero es poco conveniente proceder de ese modo cuando la población de insectos del suelo es elevada. Si se cosechan durante la temporada de lluvias, las batatas deben almacenarse en un local bien ventilado. Debe hacerse notar que la batata almacenada es presa fácil del gorgojo, el cual puede producir mermas extremadamente altas en el rendimiento. En consecuencia, es importante tratar químicamente el cultivo con algún polvo insecticida antes del almacenamiento. Cuando se cosecha la batata, debe tenerse cuidado para evitar cortaduras y magulladuras, y para no desgarrar la piel de los tubérculos, ya que todo esto incrementa el peligro del ataque de los hongos. Estos daños pueden sanar, hasta cierto punto, si las raíces se almacenan en recipientes ventilados, a temperaturas de 25 a 27° C durante un período de 10 a 14 días. Después, el almacenamiento debe hacerse en un ambiente medianamente seco para evitar la propagación de las enfermedades propias del almacenamiento.

Algunas variedades pueden almacenarse mucho más satisfactoriamente que otras, con menor encogimiento y pérdidas menos cuantiosas debidas a las podredumbres del almacenamiento y al ataque del gorgojo. Esas variedades se deben someter a pruebas de campo locales para determinar su potencial de rendimiento y su resistencia a enfermedades e insectos. Muchas variedades superiores se han desarrollado en años recientes y conviene aprovechar plenamente los adelantos que ellas representan.

## CAPITULO 31

### PAPA<sup>1</sup> (*Solanum spp*)

Otros nombres comunes: patata, pomme de terre, etc.

#### *Distribución geográfica*

La papa se cultiva en todo el mundo y ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cultivos comestibles. Se cree que tuvo su origen en las tierras altas andinas de Bolivia y Perú. Aunque en la actualidad la producción de papa es mayor en las zonas templadas, este tubérculo desempeña un papel definido en la producción alimenticia de los trópicos y los subtropicos, sobre todo a altitudes mayores de 1,000 metros en los trópicos, y durante la temporada fría (invierno) en los subtropicos. Localmente, en los trópicos, la papa produce tubérculos en temporadas cuyas temperaturas medias sean inferiores a 24° C. Es escasa o nula la producción de tubérculos a temperaturas arriba de 27° C, cuando se trata de variedades de la zona templada, pero las que se producen para los trópicos muestran una tolerancia mucho más amplia respecto a las temperaturas.

Los países tropicales y subtropicales que cuentan con el mayor volumen de producción son:

*América Central y el Caribe:* Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Guatemala, Panamá.

*América del Sur:* Bolivia, Colombia, Perú, Venezuela.

*Asia:* Chipre, Corea, India, Indonesia, Pakistán, Turquía.

*Africa:* Argelia, Etiopía, Kenya, Marruecos, Túnez, República Árabe Unida.

Muchos otros países producen cantidades apreciables de papa, en las localidades o regiones que cuentan con condiciones climáticas favorables para la producción de temporada.

#### *Valor alimenticio*

La composición promedio del tubérculo de papa es de 75 a 78% de agua, 1.8 a 2.0% de

proteína, 17 a 20% de carbohidratos (almidón), 1.2% de fibra, 1.0% de ceniza, y menos de 1% de grasa. Es pobre en calcio, pero bastante rico en fósforo. En materia de vitaminas, tiene un contenido apreciable de ácido ascórbico. Entre los siglos XV y XIX, se ha usado ampliamente para combatir el escorbuto entre los marinos.

Desde el punto de vista nutricional, la papa es tal vez el primero entre los cultivos comestibles importantes, en cuanto a que suministra calorías y nitrógeno en la proporción adecuada para las exigencias del ser humano adulto. Las proteínas de la papa son algo deficientes en los aminoácidos metionina y cistina. Empero, la papa está clasificada a continuación de la soya en cuanto a producción de proteína total por hectárea, y supera a los cereales en este renglón.

#### *Utilización*

La papa tiene una gran aceptación como alimento en todos los países donde se cultiva. Se puede cocinar de muchas formas—hervida, al vapor, asada o cocida y frita—, siendo también un magnífico complemento en guisos, sopas y en combinación con carnes y otras hortalizas. A pesar de su alto contenido de humedad se almacenan razonablemente bien y se pueden manejar en el comercio como alimento básico.

Si la producción de papa excede la demanda del producto como alimento, se le puede procesar para obtener almidón, o transformarse en alcohol, pero estas industrias se concentran ahora principalmente en los países desarrollados.

#### *Adaptación*

La papa de las variedades que se cultivan en el oeste de Europa y en América del Norte son esencialmente un cultivo de clima moderadamente frío y de días largos. La gran aceptación de la papa como alimento en los trópicos ha concentrado la atención hacia las variedades que toleran el ambiente tropical de días cortos.

<sup>1</sup> Editado por Richar L. Sawyer, Roger Rowe y Orville Page, International Potato Center, La Molina, Lima, Perú.

Los programas de reproducción selectiva parecen estar desarrollando variedades que ampliarán la adaptación climática de la planta. Sin embargo, las variedades que se cultivan en la actualidad, muchas de ellas introducidas de América del Norte y de Europa, se adaptan mejor a las elevaciones superiores a 1,500 metros, donde las temperaturas permiten un crecimiento vigoroso. Las altitudes algo menores son aceptables en las temporadas más frescas del año, cuando las temperaturas medias descienden a 24° C. En los subtrópicos, la planta se cultiva en la temporada moderadamente fría, para aprovechar estas temperaturas. La mayoría de las variedades de papa suelen resistir heladas ligeras.

La papa requiere un suministro continuo de lluvia, de preferencia no menor de 900 mm, durante la temporada de cultivo correspondiente. El rendimiento de tubérculos se reduce sustancialmente cuando hay sequías prolongadas.

La papa se puede cultivar con éxito en gran variedad de condiciones del suelo, pero los suelos pesados y pegajosos entorpecen las excavaciones. Los suelos bien drenados son muy convenientes. Ya sea la fertilidad natural del suelo o la fertilización liberal, resultan esenciales para un rendimiento abundante. En Europa y América del Norte, suelen producirse rendimientos de 20 toneladas por hectárea, mientras que los rendimientos promedio en las regiones tropicales son de aproximadamente la mitad. Cuando se pueden obtener dos cosechas de papas al año, en los trópicos, el rendimiento total por hectárea iguala aproximadamente la producción de una sola cosecha en la zona templada.

### **Descripción**

La papa pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta anual de tallo erecto y robusto que alcanza una longitud de 30 a 90 cm. Cada una de sus hojas, ligeramente vellosas, tiene una longitud de 30 cm o más y se compone de una hojuela terminal y dos, tres o cuatro pares de hojuelas laterales adicionales. Las flores nacen en racimos de 5 a 8, y tienen pétalos blancuzcos o coloreados. La planta produce un fruto que puede ser amarillento o verdoso, de ordinario conteniendo muchas semillas. En la práctica, la propagación se efectúa exclusivamente mediante tubérculos, nacidos de tallos o estolones subterráneos. El tubérculo es un tallo modificado e hinchado, provisto de "ojos" que están dispuestos lateralmente en espiral; cada ojo es capaz de producir, potencialmente,

una nueva planta. El ojo cuenta con cierto número de yemas, protegidas con escamas.

La parte interior del tubérculo está rellena de almidón, cuando alcanza su desarrollo total, y este almidón y otros nutrimentos se desplazan hacia los ojos cuando se produce el brote y el crecimiento vegetativo. El tamaño y el vigor de la planta producida a partir de trozos cortados del tubérculo, se determina por la cantidad de reservas alimenticias que se hayan trasladado hacia el ojo. Los trozos de simiente deben pesar 40 gramos, cuando menos, para permitir un crecimiento vigoroso de la planta y mayores rendimientos en materia de tubérculos.

Los tubérculos están cubiertos de una piel suberosa que retrasa considerablemente la pérdida de humedad. El color de la piel puede ser cremoso, pardo, rosado, rojo o morado, siendo ésta una característica de cada variedad. El tamaño de los tubérculos puede variar considerablemente, siendo su peso entre 30 y 400 gramos, según la variedad y las condiciones en que se desarrolle la planta. Cuando un tubérculo de papa se corta y se deja en un ambiente adecuado, la superficie cortada forma una capa suberosa en unos cuantos días, la cual inhibe el deterioro y las pérdidas excesivas de humedad. Los tubérculos expuestos a la luz del sol durante un día o más, se vuelven verdosos y producen una sustancia amarga, en su capa superficial, que es algo tóxica para el ser humano. Al pelar las papas, se descarta gran parte de esa sustancia tóxica. La papa destinada al consumo humano debe protegerse de la exposición al sol, a fin de evitar que se vuelva amarga y tóxica.

### **Variedades**

Algunas variedades se han obtenido seleccionando mutaciones somáticas que ocurren espontáneamente en las plantaciones del campo. Empero, casi todas las variedades mejoradas son resultado de hibridaciones y selecciones. Las plántulas obtenidas de semilla verdadera se observan para localizar características convenientes cuando se les permita crecer totalmente para producir cosechas comerciales de tubérculos. La hibridación que se efectúa entre dos variedades de *Solanum tuberosum* ha desempeñado un papel importante en el mejoramiento de la papa. Estos programas genéticos se han llevado a cabo principalmente en las regiones templadas, y se han alcanzado grandes progresos en los esfuerzos por impartirles resistencia a la enfermedad, capacidad de rendimiento, cualidades de cocción, propiedades de almacenamien-

to de los tubérculos y otras cualidades. Muchas de esas variedades mejoradas han demostrado su utilidad en los trópicos y se les emplea ampliamente. Sin embargo, la reproducción selectiva a base de intercruzamientos de especies de *Solanum* compatibles y otras variedades se ha iniciado en los trópicos, en colaboración con estaciones de investigación de la papa, en las zonas templadas, y se han logrado desarrollar variedades de papa especialmente adaptadas a algunas de las condiciones tropicales. Se recomienda a los agricultores que consulten las estaciones de investigación que se encuentran en lugares con climas similares a los suyos, para que obtengan información sobre las variedades más productivas asequibles, así como sobre prácticas de cultivo mejoradas.

A causa de la dificultad de producir tubérculos para simiente que estén libres de las diversas virosis que debilitan la planta en las regiones cálidas, la importación de simientes de climas más fríos o mayores altitudes se practica corrientemente y es sumamente acertada. Tal simiente no sólo debe conservar las características de su variedad, sino que también debe tener alguna garantía respecto a la ausencia de enfermedades causadas por virus. Los productores de simiente deben ser estimulados para que produzcan tubérculos simientes de las variedades probadas como superiores, que estén adaptadas a las regiones donde se piensa efectuar la producción.

## **Cultivo**

### **Fertilizantes**

Casi siempre se requieren fertilizantes para que el rendimiento de tubérculos de papa sea aceptable. Considerando que una cosecha de tubérculos se produce en 120 días o más en los trópicos, la fertilización debe ajustarse a un cultivo de crecimiento de temporada larga más lento. La papa responde al estiércol animal y a los compostes, así como a los fertilizantes comerciales, cuando éstos se aplican eficientemente. En caso de que no hayan realizado ensayos de campo en la localidad para determinar la cantidad y la clase de fertilizantes que producen los mayores rendimientos. Se recomienda que dichos ensayos se realicen con el equivalente de 500 a 800 kg por hectárea de fertilizante, conteniendo éste aproximadamente 10% de nitrógeno (N), 10% de fosfato ( $P_2O_5$ ) y 8% de potasa ( $K_2O$ ). Para ser más eficaz, el fertilizante debe colocarse en franjas, un poco por debajo de los trozos de simiente.

Esto previene en gran medida la inactivación de los fosfatos por su interacción en el suelo, y asegura que el fertilizante esté asequible a la planta joven, así como al cultivo en desarrollo.

Un método práctico de aplicación consiste en abrir un surco en el lugar donde se va a localizar la hilera, depositar luego el fertilizante en el fondo de este surco, cubrir todo con una capa de 5 a 8 cm de tierra, colocar encima los trozos de simiente y cubrir con otra capa de 8 a 10 cm de tierra. Si se dispone de estiércol animal o composte en buena cantidad, éste puede reemplazar hasta la mitad del fertilizante empleado. Obsérvese que debe haber una capa de tierra entre los trozos de simiente y los estiércoles, para evitar que se pudra la simiente, y que se requiere una capa de tierra entre los trozos de simiente y el fertilizante comercial para evitar el peligro de "quemadura" química en caso de que el clima sea seco. Debe recomendarse a los agricultores que la aplicación a voleo de fertilizantes y estiércoles es un método ineficaz de mejorar la fertilidad del suelo cuando se trata de cultivos de raíces y tubérculos.

### **Material para la siembra**

La siembra de simiente libre de virus se debe realizar con variedades cuya buena adaptación a las condiciones locales esté comprobada. En general, los tubérculos de simiente obtenidos localmente son mucho menos productivos que la simiente certificada, pues los tubérculos locales pueden estar fuertemente contaminados por virus.

Los tubérculos de simiente pueden cortarse en trozos de 40 a 60 gramos cada uno, o bien se pueden emplear tubérculos enteros de dicho peso, cerciorándose de que cada trozo contenga un ojo por lo menos. Las superficies cortadas se deben espolvorear ligeramente con ceniza de madera seca y reciente, flor de azufre o algún fungicida de uso general para inhibir la enfermedad. Los trozos de simiente deben dejarse reposar en un lugar sombreado y ventilado, durante varios días antes de la siembra, para permitir el desarrollo de una capa suberosa sobre las superficies cortadas.

### **Siembra**

La fecha de la siembra se debe elegir de modo que se aproveche al máximo la temporada de frío moderado y la incidencia de lluvias. La papa se puede plantar en hileras, separadas entre 40 y 60 cm, espaciando los trozos de simiente entre 25 y 30 cm en la hilera. La

siembra se debe hacer a profundidades de 8 a 10 cm, de preferencia en suelo húmedo.

#### *Control de las malas hierbas*

La papa no compite vigorosamente con la maleza. La rápida eliminación de las malas hierbas por deshierbe, uso del azadón o labranza es fundamental para evitar que éstas compitan con la planta de papa en busca de nutrimentos y humedad. Se se aplica tardíamente el control de la maleza, los perjuicios son graves porque ésta interfiere con la formación y el desarrollo de los tubérculos.

#### *Control de las enfermedades*

El aspecto más importante del control de las enfermedades consiste en explotar cabalmente las medidas preventivas. Entre éstas se debe incluir el uso de variedades de reconocida resistencia a las enfermedades importantes de la localidad. El sembrar material vegetal libre de virus es sumamente importante, ya que no existen otros tratamientos eficaces para esos organismos patógenos. La siembra se suele hacer en la temporada que permita el mejor aprovechamiento del clima frío moderado y de la lluvia disponible. La rotación de cultivos tendiente a que la papa nunca se siembre en el mismo terreno en temporadas sucesivas, es una medida preventiva útil. Es imperativo plantar tubérculos de simiente limpios, que no sean portadores de enfermedades, tales como la sarna común, viruela o actinomicosis, la rizoctonia ni la podredumbre anular.

El tizón tardío es una enfermedad de las hojas y los tubérculos, que puede incidir en los períodos de elevada humedad del aire, cuando los días son cálidos y las noches frescas. Actualmente se dispone de variedades que son tolerantes a esta enfermedad. Resulta eficaz realizar aspersiones de fungicidas apropiados,

si el follaje se puede cubrir con aplicaciones semanales, pero esto requiere un grado de mecanización bastante respetable, así como orientación en cuanto a los métodos de procedimiento que son factibles solamente para los agricultores más competentes.

#### *Control de las plagas*

Una variedad de escarabajos de la papa, la pulguilla, los áfidos o pulgones y los nematodos pueden atacar esta planta. El control de estos insectos debe incluir, antes que nada, las medidas preventivas que se mencionaron en el caso de enfermedades de las plantas, sobre todo la rotación de cultivos. Se debe mantener una estrecha vigilancia para detectar cualquier plaga capaz de causar daños graves, y los brotes se deben tratar mediante aplicaciones de algún plaguicida de amplio espectro, de uso general, mientras se identifica la plaga de que se trate, lo cual permite la aplicación de medidas de control más específicas.

#### *Cosecha y almacenamiento*

La cosecha de los tubérculos maduros se debe hacer en un día seco, en cuanto las tres cuartas partes de las hojas del cultivo se hayan puesto de color ocre. La cosecha expedita reduce los posibles daños que causan los insectos que infestan el suelo y que atacan los tubérculos. Estos se deben almacenar temporalmente en un local sombreado, seco y bien ventilado, durante un lapso de 7 a 10 días, para dar tiempo a que la piel quede bien suberizada, y para que cualesquiera cortes o magulladuras resultantes de la excavación puedan curar. Posteriormente, el lugar donde se puede almacenar más satisfactoriamente es un local bien ventilado, fresco y seco, donde pueden permanecer hasta su venta o elaboración como alimento.

## CAPITULO 32

### CEBOLLA<sup>1</sup> (*Allium cepa*)

Otros nombre comunes: lunu, cebolla de bulbo, oignons, etc.

Esta guía de campo incluye solamente la cebolla de bulbo y se concreta a los tipos que forman sus cabezas (bulbos) en los días cortos de los trópicos y los subtropicos. La formación de los bulbos se ve fomentada por los días largos y las temperaturas moderadamente cálidas. Por esta razón, muchas variedades adaptadas a mayores latitudes no alcanzan a formar sus bulbos en los ambientes tropicales. Muchas variedades de las llamadas "de día corto" se pueden cultivar con éxito cerca del Ecuador, donde la duración del día es solo ligeramente mayor de 12 horas. Aparentemente, la temperatura más alta compensa, en parte, esta corta duración del día.

Probablemente, la cebolla es nativa de Asia, de la región del Medio Oriente. Actualmente, se cultiva mucho en México, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú; en Irak, Líbano, Siria, Turquía, India, Pakistán, Tailandia y Ghana. En todos estos países, la planta se cultiva por sus bulbos secos, los cuales se venden como alimento básico. La producción mundial totalizó 10 millones de toneladas métricas en 1968, la tercera parte de las cuales se produjo en las regiones tropicales y subtropicales.

#### Valor alimenticio

El bulbo comestible de la cebolla promedia de 85 a 87% de humedad, 1.4% de proteína, 10% de carbohidratos totales, 0.2% de grasa y aproximadamente 0.6% de ceniza. Es rico en calcio y medianamente dotado de fosfato y hierro. Se clasifica como alimento energético, porque las calorías son aportadas principalmente por carbohidratos (en su mayoría azúcares), pero se le concede mayor valor como sazoador.

La cebolla se puede comer ya sea cruda o cocida en muchas formas. Todas las partes de

la planta contienen el principio picante que hace de la cebolla una hierba buscada como condimento. Este principio picante se debe a compuestos de azufre volátiles. Las variedades que se almacenan mejor suelen ser más picantes y de sabor más fuerte. La cebolla de variedades suaves no se almacena tan satisfactoriamente como la de variedades picantes.

#### Adaptación

La cebolla prospera mejor en los trópicos, en altitudes elevadas y en distritos bastante secos. Los controles climáticos del crecimiento operan mediante una combinación de temperatura y duración del día, actuando sobre las etapas fisiológicas del desarrollo que conducen a la formación del bulbo, pero que no son indispensables para la producción de flor y semilla. Básicamente, la cebolla es bianual, pero sólo la porción vegetativa del ciclo de desarrollo participa en la producción de bulbos. Las variedades de cebolla adaptadas a los trópicos producen bulbos en días de 13 horas o menos, pero las variedades adaptadas a los subtropicos requieren duraciones del día algo más largas para la formación de bulbos. La cebolla prospera bien en un amplio margen de temperaturas. Empero, cuando se ve expuesta a períodos prolongados de temperaturas frías (por debajo de 55° F, 13° C) algunas de las variedades adaptadas a los trópicos y los subtropicos producen tallos de semilla (Bolt).

La cebolla crece con éxito en casi todos los tipos de suelos, pero responde a la estructura mullida y a la fertilidad relativamente alta. El cultivo es sensible a la elevada acidez del suelo, probablemente por el aluminio soluble tóxico de los suelos ácidos. Es probable que las variedades difieran en su tolerancia al aluminio soluble, pero no se ha informado de investigación alguna a este respecto. Las plántulas tiernas son susceptibles a los daños que ocasiona la sal, por lo que debe evitarse su siembra directa en suelos salinos. El cultivo sobrevive a períodos de deficiente humedad del suelo, pero los

<sup>1</sup> Editado por Edwin B. Oyer, S. Shanmugasundaram, y Robert F. Chandler, Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, 741 Taiwan, República de China.

rendimientos decrecen marcadamente si las deficiencias son prolongadas.

### *Descripción*

La cebolla pertenece a la familia de las amarilidáceas. El tallo verdadero es una corta estructura que se encuentra en la base de la planta, de la cual surgen hojas huecas que tienen claramente diferenciados la vaina y el limbo. El cilindro de la vaina de la hoja, que se encuentra entre el bulbo y el limbo de la hoja hueca se denomina cuello. El bulbo, que es el órgano de almacenamiento de alimento, se compone de vainas de hojas carnosas; hojas de escama, de las cuales la porción de limbo no se desarrolla; y del tallo verdadero. Cuando la planta se somete a períodos prolongados de clima moderadamente frío, el punto de crecimiento se transforma de estructura vegetativa a estructura reproductiva, la cual se alarga. Esta estructura, que es el eje de una inflorescencia hueca, es el escape o tallo de la semilla. La umbela floral nace en su ápice.

Los bulbos de la cebolla varían en tamaño, forma y color, según la variedad. El hombre los cultiva como alimento y sazónador, interrumpiendo así el ciclo normal de desarrollo.

### *Variedades*

Las variedades adaptadas a los trópicos deben ser resistentes a las enfermedades locales, y han de tener buen tamaño y capacidad de rendimiento, propiedades de almacenamiento prolongado, y la cualidad picante o el sabor deseables en la cebolla. Algunas de las variedades que satisfacen la mayoría de estos requisitos son: Texas Early Grano, Louisiana Red Creole, L 36, Eclipse, White Creole, White Grano, Early Harvest, Texas Hybrid 28, Granex, Tropic Ace y Awakia. La cebolla de tipo Bermuda (suave) no se almacena bien durante períodos mayores de unas cuantas semanas, pero la Yellow Bermuda y Excel 986 se cuentan entre las mejores de este grupo.

### *Cultivo*

#### *Fertilizantes*

La cebolla responde al estiércol y a los fertilizantes comerciales. El estiércol se debe enterrar con el arado durante la preparación de la tierra para la siembra, en las cantidades disponibles, llegando hasta 20 toneladas métricas por hectárea. El estiércol tiene propiedades que fomentan el crecimiento que parecen com-

plementar las de los fertilizantes comerciales. Las aplicaciones de fertilizante se deben hacer en proporciones de, cuando menos, 50 kg de nitrógeno (N) y de potasa (K<sub>2</sub>O), y 100 kg de fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) por hectárea, sembrados en franjas debajo del lugar donde estará la hilera de plantas. El fosfato que se aplica a voleo suele tener escaso valor, aun cuando sea necesario para el cultivo, debido a que muchos suelos tropicales tienen propiedades excesivamente altas de fijación respecto al fosfato. La colocación en franjas evita tales pérdidas. Este tipo de colocación del nitrógeno y la potasa es eficaz también, por lo cual todos los nutrientes fertilizantes se pueden aplicar juntos.

### *Propagación*

La cebolla se puede sembrar directamente en el campo o en cuadros de siembra especiales, para ser trasplantada cuando las plántulas sean bastante grandes para poderse manejar con eficiencia. La siembra directa en el terreno requiere mayor cantidad de semilla (4 a 5 kg por hectárea en hileras separadas 40 cm entre sí), y debe hacerse un aclareo subsecuente para dejar solamente una planta por cada 5 a 8 cm de hilera. Si se emplean cuadros de siembra, 3 kg de semilla sembrados en 1/10 de hectárea proporcionan las plántulas suficientes para plantar una hectárea. A pesar de la labor manual que supone el trasplante, este método brinda mayor seguridad de obtener un cultivo satisfactorio con propósitos comerciales.

### *Siembra*

La siembra o el trasplante se deben concertar de modo que existan plantas de vigoroso crecimiento y hojas de una altura aproximada de 30 cm para la época en que se alcance la mayor duración del día que sea factible. Si la temporada de monzones coincide con este período, es mejor utilizar la temporada seca con mayor duración del día, para producir la cosecha. Las hileras suelen espaciarse unos 40 cm, teniendo una planta cada 5 a 8 cm de hilera. Si las fechas adecuadas para la siembra o el trasplante no coinciden con la lluvia adecuada, es muy conveniente proporcionar riego complementario.

Se ofrecen sembradoras mecánicas para la siembra directa y para el trasplante de plántulas, para la producción comercial de cebolla, pero estas operaciones se pueden realizar con éxito mediante mano de obra cuidadosa.

### **Control de las malas hierbas**

El control de las malas hierbas es vital para producir con éxito cebolla, ya que la parte vegetativa no logra sombrear las plántulas de maleza ni constituye competencia alguna para ésta. El deshierbe manual se debe iniciar en cuanto aparece la maleza y habrá de repetirse con la frecuencia necesaria para mantener limpios los campos. El control químico de la maleza es muy eficaz para la mayor parte de las malas hierbas. El cloro-IPC es el herbicida más útil y generalmente se aplica en 3 aspersiones: antes que las plántulas surjan (o inmediatamente antes del trasplante), nuevamente cuando las plantas son lo bastante altas para permitir una aspersión "dirigida" sin que se mojen las plantas de cebolla, y por último, inmediatamente antes que las partes verdes superiores empiecen a inclinarse, una vez que la producción de bulbos ha llegado al máximo. La dificultad de este método químico es que deja un residuo tóxico en el suelo que puede entorpecer el desarrollo de otro cultivo que se siembre después en esa tierra.

### **Enfermedades**

La cebolla puede sufrir el ataque de varias enfermedades. El carbón de la cebolla ataca a las plántulas muy tiernas, pero no afecta a los trasplantes saludables. Si se aplica fungicida de tersán o arasán a la semilla, con algún adhesivo, a razón de 1 kg por kilogramo de semilla, se obtiene un buen control. El mildew o moho afecta a las plantas en crecimiento cuando el clima es fresco y húmedo, y rara vez ataca a las cebollas tropicales. Se llama raíz rosada a la afección que causa un organismo del suelo y que es más grave en clima cálido cuando se forman los bulbos. Algunas variedades son más resistentes, pero la rotación de cultivos que no permita que la cebolla se cultive en la misma tierra en más de una de cada tres temporadas, es una medida preventiva útil. La podredumbre del cuello infecta a las plantas en el campo, pero pasa inadvertida hasta que la podredumbre se manifiesta en el almacén. El hongo suele atacar a través de las magulladuras o heridas que presentan los bulbos debido a un manejo brusco durante la cosecha. El curado cuidadoso en el campo, después de la cosecha, el descartar las cebollas de cuello grueso que sean susceptibles, y el limpiar o eliminar todos los bulbos enfermos son medidas de control efectivas.

La mancha morada causa a veces pérdidas apreciables como cierta podredumbre del

bulbo. Los primeros síntomas de la enfermedad son pequeñas lesiones blancuzcas y hundidas, con el centro morado. La descomposición de los bulbos se debe al ataque del hongo en el momento de la cosecha. No se dispone de medidas de control satisfactorias al respecto. Las prácticas que se recomiendan para la podredumbre del cuello son también recomendables para esta enfermedad. La variedad Red Creole es mucho más resistente que la Grano o la Bermuda.

### **Plagas de insectos**

Los trips de la cebolla son más destructivos en los períodos cálidos y secos. Estos diminutos insectos chupadores de color amarillento atacan las hojas de la cebolla, impartiendoles un aspecto blanquecino. Los polvos de rotenona o las aspersiones de malatión son eficaces si se aplican en cuanto los trips son detectados y si se repite la aplicación a intervalos semanales. La cresa de la cebolla es la larva de una mosquita que se asemeja a la mosca doméstica, pero es más pequeña. Deposita los huevecillos cerca de la base de la planta, y la pequeña cresa, de aproximadamente 1 cm de largo, se alimenta a expensas de las plantas y perfora los bulbos. Se puede aplicar dieldrín y aldrín a la semilla durante la siembra, o al suelo después del trasplante, como polvo o aspersión, para proteger las plantas contra esta plaga de insectos.

### **Cosecha**

La cosecha de los bulbos de cebolla se debe iniciar una vez que las puntas han empezado a emerger, pero antes que el follaje se haya secado completamente. Las cebollas se arrancan a mano y se colocan en hileras de montones de modo que las puntas cubran parcialmente los bulbos y los protejan de escaldaduras causadas por el sol. Así se dejan, en las hileras de montones, hasta que las puntas secan totalmente; después éstas se arrancan y los bulbos se colocan en rejas de madera o en bolsas de tejido abierto para que terminen su curado. Se pueden dejar a la intemperie o bien colocarse en cobertizos abiertos para el curado. Es importante que haya buena ventilación a través de las rejas, bolsas o silos. En las primeras fases del proceso de curado, los bulbos deben seleccionarse para eliminar los que tienen el cuello grueso (los cuales no se almacenan, sino que deben consumirse con prontitud), los bulbos dañados o descompuestos, y toda clase de basura o suciedad.

### ***Almacenamiento***

La cebolla bien curada se almacena sin graves deterioros, durante muchas semanas o meses, pero la buena ventilación, la baja humedad y el frío moderado prolongan la dormancia (latencia) tan conveniente para los bulbos. Las variedades más picantes de cebolla se almacenan mucho mejor que las variedades suaves.

### ***Producción de semilla***

Los bulbos de cebolla que han permanecido almacenados durante varias semanas o meses pueden establecerse en el campo, donde la lluvia propicia el crecimiento y la producción de semilla. Los bulbos echan raíces, producen tallos florales, florecen y forman semilla con mucha abundancia, pero solamente cuando las temperaturas medias diarias, durante el almacenamiento, son por debajo de 15° C.

## CAPITULO 33

### ALGODON, FIBRA Y SEMILLA<sup>1</sup>

(*Gossypium* spp)

El algodón es la fibra vegetal que más se cultiva y se aprovecha en el mundo. Su semilla sirve por su aceite, por sus usos alimenticios e industriales, y un producto residual de ella, la harina de semilla de algodón, es rico en proteína.

El algodonerero pertenece a la familia de las malváceas. Las variedades comerciales se han desarrollado durante un largo periodo, por selección y reproducción selectiva cruzada de cuatro especies botánicas:

Algodón de altura—*Gossypium hirsutum*

Algodón americano—egipcio o de las islas—*Gossypium barbadense*

Algodones asiáticos—*Gossypium arboreum*, y *Gossypium herbaceum*

Estas especies varían considerablemente en la longitud de la fibra y la resistencia y finura de los filamentos, así como en las características de la planta y la cápsula. Las variedades mejoradas que ahora se usan ampliamente son aquellas en las que el tipo y la calidad de la fibra (pelo) son las que se buscan en los mercados mundiales, aunque gran parte de la producción se conserva en algunos países de origen para uso doméstico. La reproducción selectiva del algodonerero para obtener mayores rendimientos y mejor calidad de la fibra sigue siendo un objetivo primordial en muchos países algodonereros, si bien es cierto que se han obtenido mejoras sustanciales en las décadas recientes.

El algodonerero suele cultivarse como planta anual de temporada medianamente cálida, aunque es posible obtener una segunda cosecha haciendo retoñar el rastrojo después de la siega del primer cultivo. Esta segunda cosecha se denomina "retoño", y nunca es tan productiva como la primera.

Las plantas de variedades importantes en el comercio son especies perennes que se culti-

van como plantas anuales y alcanzan alturas de 60 a 160 cm, según la variedad y el clima, teniendo cada planta un tallo principal del cual surgen varias ramas, que pueden ser numerosas. Estas ramas pueden ser reproductivas, produciendo una o varias flores en nudos sucesivos de ramas vegetativas, las cuales a su vez pueden producir ramas reproductivas. Las flores están dispuestas en lados alternados de la rama fructífera, y existen 3 brácteas (hojas modificadas) relativamente grandes en la base de cada flor, las cuales protegen a ésta en la fase de capullo. El color de las flores puede variar de blanco a amarillo y cambiar a morado uno o dos días después de que se abren los botones.

El fruto se conoce como cápsula y se desarrolla, después de la polinización de las flores, dentro de una cápsula ovoide, compuesta por 3 a 5 celdas y con una longitud de 4 a 5 cm. La cápsula se abre en la madurez, dejando al descubierto las semillas, cubiertas de pelos (fibras) que pueden tener una longitud de 1.75 a 3.75 cm (según la variedad y la especie), cuando se separan de la semilla. Según la variedad, la floración comienza entre 8 y 11 semanas después de la siembra y cada cápsula madura al cabo de 6 a 8 semanas después de la floración. Las variedades a prueba de tormentas, que se emplean en los lugares que cuentan con máquinas separadoras, tienen carpelos retorcidos (nudos) a cuyas paredes están fuertemente adheridas las fibras, de modo que las semillas y los pelos no caen, sino que son retenidos en el interior de la cápsula abierta. La maduración y la apertura de las cápsulas de cada planta se producen generalmente durante un largo periodo. Empero, la conservación de los mechones dentro de las cápsulas abiertas hace factible el empleo de máquinas para la cosecha.

Las fibras de algodón son pelos delgados, de una sola célula, que crecen de ciertas células epidérmicas de la capa exterior de la semilla de algodón. Cada una de estas fibras crece en longitud durante un lapso de 20 a 25 días, y la pared celular se torna más gruesa en un perio-

<sup>1</sup> Editado por Billy M. Waddle, Científico del Plantel (algodón), National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

do similar, antes que se abra la cápsula. Las condiciones de cultivo desfavorables (poca humedad del suelo, fertilidad inadecuada, enfermedades de las hojas, insectos, etc.) dan por resultado fibra de inferior calidad. Normalmente, se encuentran de 27 a 45 semillas portadoras de fibra en cada cápsula. El recubrimiento de la semilla es resistente y coriáceo, de color castaño oscuro a negro, y en la madurez la capa exterior de la semilla (cáscara) constituye del 25 al 30% del peso total de la propia semilla. El contenido de aceite de los granos, o partes carnosas, oscila entre 32 y 38%, siendo más elevado cuando la humedad del suelo ha sido adecuada durante el desarrollo de las cápsulas.

### *Regiones productoras*

El algodón se cultiva en todas las regiones moderadamente cálidas del mundo, cuando hay un periodo libre de heladas que se prolonga, cuando menos, 180 días, y si la temperatura media está por arriba de 25° C durante 150 días. En consecuencia, la producción del algodón tiene lugar en las regiones tropicales y subtropicales y en las porciones más cálidas de las zonas templadas.

En Europa, la producción se concentra en Grecia y España; en América Latina, en México, Brasil, Colombia, Perú, Nicaragua, Guatemala y El Salvador. En Asia, los principales productores son India, URSS, la República Popular de China, Pakistán, Turquía, Siria e Irán; y en Africa, los principales productores son la República Árabe Unida, Uganda, Sudán, Tanzania, Nigeria y Mozambique. En muchos otros países, el algodón es un cultivo principal en la economía agrícola nacional y se puede cultivar con éxito en competencia económica con otras regiones. Para los mercados mundiales, el factor significativo es el costo de producción por kilogramo de fibra de algodón; este costo debe ser marcadamente inferior al precio mundial vigente, para que el productor obtenga un rendimiento neto. Otra consideración que se debe hacer es acerca de la necesidad de tener una producción algodonera suficiente, concentrada en cada localidad, para que se justifique el funcionamiento de las desmotadoras de algodón, que resultan indispensable, así como los suministros especiales que requieren los productores. También es importante tener acceso a los resultados de la investigación acerca de la tecnología relativa a la producción de algodón, incluyendo la asequebilidad de variedades mejoradas.

Los rendimientos del algodón por hectárea

difieren considerablemente de un país a otro, oscilando de 80 a 1,150 kg de fibra por hectárea, con un promedio mundial de 350 kg por hectárea en 1973. Considerando que el costo por kilogramo de fibra producida decrece sustancialmente a medida que se incrementa el rendimiento por hectárea, la utilidad neta es marcadamente mayor cuando los rendimientos del cultivo son más altos. El uso efectivo de la tecnología moderna para incrementar el rendimiento y reducir los costos por kilogramo de cosecha está abierto a todos los países, independientemente de su tamaño.

### *Utilización de la cosecha*

La fibra de algodón representa un tercio del peso total del algodón de semilla, aproximadamente, y la semilla constituye alrededor de 2/3 de dicho peso. Sin embargo, la fibra de cada hectárea tiene un valor comercial de aproximadamente el cuádruple de la semilla acompañante. En consecuencia, la semilla se considera un subproducto, aún cuando es un componente importante. En vista de la fuerte competencia de la fibra de algodón en los mercados mundiales, debe aprovecharse cabalmente la semilla y sus derivados, para que la cosecha total de algodón sea más productiva. La proteína de la semilla es una de las mejores fuentes que existen en el mundo para la proteína vegetal que interviene en la dieta humana.

Más de la mitad de la cosecha de fibra de algodón se emplea en textiles para ropa y artículos domésticos. El resto se usa en la industria, principalmente en la fabricación de bolsas, cinturones, hilo y neumáticos. La fibra corta (linter) se utiliza en alfombras, guata, borra e hilaza de baja calidad, así como en calidad de material de relleno para almohadones y cojines. La pelusa de la semilla (linters) se emplea en la fabricación de rayón y otros productos de celulosa.

La semilla del algodón se procesa para obtener aceite, siendo las cáscaras y la pelusa (linters) los subproductos. La semilla se compone de cáscara (30%), granos o parte carnosa (semilla descortezada) (60%), pelusa (5%) y bagazo o desperdicio (5%). Una tonelada métrica de semilla de algodón (con cáscaras) produce aproximadamente 200 kg de aceite (con métodos de extracción eficaces) y 800 kg de torta. Cuando las cáscaras son retiradas antes de la extracción (lo cual es necesario para la producción de harina destinada al consumo humano), una tonelada métrica de semilla desnuda (parte carnosa) debe producir 330 kg de aceite y 670 kg de torta. La extracción ineficaz

del aceite por medio de prensas hidráulicas puede rendir apenas 265 kg de aceite, dejando alrededor de 65 kg en la torta. En vista de que el aceite tiene un valor de mercado 3.5 veces mayor, por kilogramo, que la torta, la incapacidad de extraer todo el aceite es una pérdida para el productor y una ventaja adicional para el importador de torta mal procesada.

#### *La torta de semilla de algodón como alimento para animales*

La torta y la harina de semilla de algodón constituyen un alimento rico en proteínas para ruminantes (ganado bovino, ovejas, cabras). Estos productos son algo tóxicos para las aves de corral y los cerdos, a menos que sean sometidos a un tratamiento que elimine la toxina gosispol. La semilla de algodón entera (incluyendo la cáscara), cuando se ha extraído el aceite, promedia alrededor del 28% de proteína. Las partes carnosas a las que se ha extraído el aceite producen una torta que promedia cerca de 43% de proteína.

Los países europeos son los principales importadores de torta de semilla de algodón, en el mundo, pues la usan como alimento para el ganado en la producción de carne y leche. Como los países menos desarrollados sufren graves deficiencias de proteínas para la dieta humana, parece lógico que gran parte de la harina y la torta de la semilla de algodón se deba conservar para su uso en los países productores. La exportación de aceite de alto valor se puede ampliar mediante un procesamiento eficaz que logre extraer todo el aceite, conservándose la torta de semilla de algodón para alimentar al ganado rumiante local.

#### *La harina de semilla de algodón como alimento*

La semilla de algodón y la parte carnosa deben ser procesadas para eliminar el ingrediente tóxico llamado gosispol. El producto es una proteína muy nutritiva. La harina de semilla de algodón se emplea ahora como complemento proteínico de la dieta humana, sobre todo cuando las proteínas animales—carne, leche, huevos, pescado—escasean o son demasiado caras para su uso diario. La proteína de la semilla de algodón es algo deficiente en los aminoácidos que contienen azufre, metionina y cistina, los cuales son esenciales para la nutrición humana. Por lo tanto, esta proteína se considera una extensión de las proteínas animales, más que un sustituto de las mismas. La grave deficiencia, tan difundida, en materia de

proteínas para la dieta humana en casi todos los países menos desarrollados, garantiza la conservación y el procesamiento, con fines alimenticios, de toda la semilla de algodón que se produce en cada una de esas naciones. Esto implicará cuantiosas inversiones en nueva maquinaria procesadora de la semilla.

#### *Aceite de semilla de algodón*

El aceite de la semilla de algodón se clasifica como semi-secante. Se emplea extensivamente para fabricar margarina, como aceite de cocina y en aderezos y salsas alimenticias. También es adecuado para el alumbrado doméstico donde no se dispone de electricidad. El oeste de Europa es un mercado primordial para el aceite de la semilla de algodón y, en 1969, el precio promedio en el mercado fue de 268 dólares por tonelada métrica.

#### *Variedades mejoradas*

Durante varias décadas, todos los principales países productores de algodón y los grupos regionales donde se conjugan los esfuerzos de varios países han emprendido activos programas de mejoramiento genético para desarrollar variedades mejoradas. Las características que han recibido mayor atención son: adaptación a las condiciones ambientales regionales, rendimiento y calidad de la fibra, resistencia a plagas de insectos y enfermedades, y características durante la cosecha, tales como la retención de los mechones dentro de las cápsulas abiertas. Se ha dedicado relativamente poca atención a las características de la semilla, aunque se están desplegando esfuerzos para producir variedades que tengan un bajo contenido de gosispol en su semilla.

En vista de los valores del aceite y la torta de semilla de algodón, y por la importancia de la harina de semilla de algodón como complemento proteínico de la dieta humana, los productores de algodón deben realizar evaluaciones de la fibra y la semilla, por separado, al seleccionar variedades mejoradas. Esta es una función idónea de los funcionarios que brindan orientación a los productores de algodón.

El concepto de plan comunal de una sola variedad para cada región algodонера ha sido ampliamente aceptado en los últimos 30 años. Según este plan, se cultiva una sola variedad superior en una comunidad, de modo de mantener una buena calidad uniforme de semilla para plantar y fibra en el mercado local y para evitar las mezclas con clases inferiores de esta planta. Cuando una variedad recientemente

sometida a pruebas quede definida como superior, debe reemplazar por completo a la variedad anterior en una temporada.

La extracción mecánica de la fibra de la semilla se realiza con frecuencia en molinos desgranadores por trituración, a fin de preparar la semilla para la siembra. En las comunidades que cultivan una sola variedad, esto facilita la distribución de semilla aprobada y simplifica la siembra.

### *Adaptación*

Las temperaturas medias de 25° C o más durante la temporada de crecimiento son esenciales para que el algodón crezca y madure satisfactoriamente, y las variedades egipcias de fibra extra-larga requieren temporadas cálidas notablemente más largas. Las variedades de temporada más corta entre los diversos tipos de algodón de altura requieren 5 meses para crecer y madurar y la mayoría de los demás tipos, 6 meses o más. El algodón necesita también una humedad del suelo bastante abundante, sobre todo desde la floración, y mucha luz de sol. Un suministro de humedad medianamente uniforme (lluvia o riego) durante el período de fructificación es necesario para producir fibra de buena longitud y resistencia a la tensión; 90 cm de agua, bien distribuidos, durante la temporada de producción es un buen promedio para la mayoría de los suelos, pero los suelos arenosos requieren mayor cantidad.

El algodón crece satisfactoriamente en una gran variedad de texturas de suelo, desde arenoso hasta de arcilla pesada, y de moderadamente ácido a alcalino. Debido al intenso uso que el algodón hace del agua, los suelos que tienen buena capacidad retentiva de la humedad y favorecen el enraizamiento profundo del cultivo son los más productivos para el algodón. Cualquier escasez de humedad en el suelo, desde la floración en adelante, suele redundar en la caída de las cápsulas tiernas y el achaparramiento del resto de la planta, con la consiguiente reducción en rendimiento y calidad de la fibra.

En forma ideal, el algodón prefiere las lluvias ocasionales que reabastecen de humedad al suelo, acompañadas de abundante luz de sol. Gran cantidad de algodón se cultiva en zonas de regadío, donde la luz solar es abundante y el agua se puede suministrar según se requiera. Las exigencias de agua propias del algodón son mayores que las de la mayoría de los cultivos, siendo este consumo de agua particularmente elevado en las regiones donde la humedad del

aire es baja y las temperaturas son elevadas.

### *Fertilizantes*

Gran parte del algodón que se produce en el mundo se cultiva con aplicaciones de fertilizante entre moderadas e intensas. La planta tiene requerimientos sustanciales para tres de los principales elementos nutritivos: nitrógeno, fosfato y potasa. Todo el fosfato y la potasa y, cuando menos, la tercera parte del nitrógeno necesario se deben proporcionar en el momento de la siembra. El nitrógeno restante puede aplicarse dos o tres meses después. Si se aplica nitrógeno demasiado tarde en la temporada, puede producirse un excesivo desarrollo vegetativo y un retraso en la maduración, lo cual puede ocasionar problemas al cosechar si la temporada de lluvias se avecina.

La forma más eficaz de lograr que los fertilizantes satisfagan los requisitos de nutrimentos de las plantas consiste en colocarlas en franjas, debajo de la semilla. La incorporación de fertilizantes completos a la tierra o la aplicación superficial a voleo, precediendo la labranza, casi siempre provoca una gran inactivación del fosfato antes que la planta pueda aprovecharlo. Esta pérdida se evita mediante la colocación en franjas. Un método práctico para efectuar dicha colocación del fertilizante consiste en abrir un surco superficial, esparcir el fertilizante en su interior, cubrirlo con unos 5 cm de tierra, colocar encima la semilla y cubrir todo con otros 3 cm de tierra. Tal forma de colocar el fertilizante también puede efectuarse con plantadoras mecánicas.

Se debe hacer notar que los fertilizantes que contienen superfosfato ordinario también incluyen cantidades sustanciales de calcio, magnesio y azufre. Empero, el superfosfato concentrado tiene un contenido de azufre pequeño o nulo y este elemento se debe proporcionar de otras fuentes si existe deficiencia de él en el suelo.

Es preciso efectuar pruebas de campo en todas las regiones algodonerías importantes para determinar la cantidad y el tipo de fertilizante que de por resultado las cosechas más productivas. Si no se han efectuado dichas pruebas, se sugiere que el ensayo inicial de respuesta al fertilizante aporte alrededor de 500 kg por hectárea de un fertilizante que contenga 5% de nitrógeno (N), 10% de fosfato ( $P_2O_5$ ) y 5% de potasa ( $K_2O$ ) (equivalente a 25 kg de N, 50 kg de  $P_2O_5$  y 25 kg de  $K_2O$ ). Se deben aplicar 25 kg de N más como enmienda lateral a las plantas en crecimiento cuando éstas tengan de 2 a 3 meses de edad.

En muchos suelos tropicales y subtropicales fuertemente intemperizados, el crecimiento de las plantas se ve restringido por deficiencias en uno o más de los "vestigios" de elementos: manganeso, hierro, cobre, zinc, boro y molibdeno. La corrección de estas deficiencias puede incrementar considerablemente la respuesta a los fertilizantes. Dichos vestigios de elementos se requieren en cantidades muy pequeñas. Mientras no se realice la investigación necesaria, en los principales grupos de suelos, para determinar las deficiencias específicas en cuanto a los vestigios de elementos, puede resultar práctico hacer aplicaciones de estiércol animal o composte, los cuales suelen contener pequeñas cantidades de los vestigios de elementos en forma aprovechable. Se sugiere que el estiércol o el composte se esparzan con el fertilizante en surcos, como se describió anteriormente. Otro método consiste en aplicar el estiércol o composte en el fondo de un surco, durante la arada, bajo el sitio en que crecerá la hilera de plantas.

#### *Preparación de la tierra para la siembra*

Toda la basura y los residuos vegetales se deben eliminar o enterrar con el arado durante la preparación de la tierra para la siembra. Esta debe ser firme y mullida. El algodón se planta en caballones o cuadros de siembra en las regiones más húmedas, pero la siembra a nivel o en surcos es habitual en las regiones de lluvia moderada.

#### *Siembra*

La semilla de algodón se planta a una profundidad de 3 a 5 cm, en hileras distanciadas 100 cm, siendo el espaciamiento entre plantas no mayor de 30 cm dentro de la hilera. Esto requiere aproximadamente 30 kg de semilla por hectárea. Los hoyos individuales de siembra se consideran ahora menos convenientes de lo que se pensaba. La semilla sin pelusa es preferible porque germina más rápidamente. El tratamiento de la semilla para combatir las enfermedades de ésta y de la plántula suele ser conveniente. Tal tratamiento se debe recomendar específicamente para la localidad a fin de asegurar la protección y acatar los reglamentos de cada país en cuanto al uso de materiales venenosos.

Siempre que sean importantes la erosión del suelo y las pérdidas del agua de lluvia, las hileras deben seguir las curvas de nivel, en tierras inclinadas, o bien deben ser transversales a la pendiente para impedir la pérdida del agua.

#### *Control de las malas hierbas*

El algodón es muy vulnerable a la competencia de la maleza en cuanto a agua y nutrimentos. Las malas hierbas se deben eliminar cuando son aún pequeñas, para proporcionar el control de las mismas sin causar daños al sistema radicular del algodón. El control de la maleza mediante azadón, deshierbe o labranza se debe continuar hasta que las plantas estén próximas a la madurez.

#### *Control de las enfermedades*

El algodón de todas las regiones se ve favorecido por dos medidas preventivas de la enfermedad (1) sembrar variedades resistentes a la enfermedad, y (2) la sanidad en el campo. Esta incluye la rotación de cultivos de modo que el algodón no se siembre en la misma tierra en temporadas sucesivas, y la pronta eliminación o el voltear con el arado todos los residuos de la cosecha después de realizar ésta. Estas medidas reducen la cantidad de inóculo que puede inducir el desarrollo de enfermedades.

#### *Control de las plagas de insectos*

El gorgojo de la cápsula (en América del Norte), el gusano de la cápsula y otros insectos que devoran las hojas y las cápsulas tienden a ser más perniciosos cuando el cultivo del algodón es intensivo. La sanidad del campo es un requisito primordial para reducir las plagas de insectos; las mismas medidas que se recomendaron para la prevención de las enfermedades de la planta resultan útiles en el control de los insectos. De ordinario, es preciso complementar las medidas preventivas con aplicaciones de plaguicidas capaces de combatir los insectos específicos en cuanto éstos aparezcan. Los tratamientos se deben ajustar al insecto de que se trate; por lo tanto, es necesario seguir las recomendaciones propias de la localidad.

#### *Cosecha*

El algodón de mejor calidad se recolecta con prontitud en cuanto madura, para evitar que sufra daños y podredumbre al estar expuesta a la lluvia. En las regiones en que la temporada de cosecha es seca, las prácticas de recolección se deben ajustar de modo que se cosechen las cápsulas maduras antes que caigan al suelo. La recolección expedita conserva la calidad de la fibra y de la semilla. Los peligros más graves son los daños causados por lluvia, la podredumbre de la cápsula y las pérdidas que ésta

sufre cuando cae al suelo. Las pérdidas en calidad reducen el valor de la cosecha, incluso si la cantidad no resulta afectada en forma perceptible. La cosecha debe desmotarse lo antes posible para conservar la fibra en balas.

El procesamiento de la semilla de algodón para extraer su aceite se debe realizar con

prontitud, después del desmote, para detener cualquier deterioro debido a podredumbre o a infestaciones de insectos. La semilla que se guarda para la siembra se debe someter a tratamiento para combatir las plagas de insectos en el almacén, del mismo modo que en el caso de otras semillas o granos.

## CAPITULO 34

### YUTE<sup>1</sup>

#### (*Corchorus capsularis* y *C. olitorius*)

Dos especies botánicas de yute se cultivan para la producción comercial: *Corchorus capsularis* y *C. olitorius*. La diferencia más fácilmente reconocible entre las dos especies estriba en las vainas de la semilla. En el *C. capsularis*, yute blanco, las vainas son globosas, redondas y tienen costillas. En el *C. olitorius*, tossa y daisee, son delgadas, cilíndricas aquilladas, tienen costillas y, por lo demás, son lisas. El *C. olitorius* tiende a ser más fino, más fuerte y lustroso, pero las diferencias que acusa la fi de ambas especies se deben más al crecimiento, enriamiento y desgajado que a la especie misma.

Estas dos especies de *Corchorus* son plantas herbáceas anuales, cuyos tallos alcanzan una altura de 1.25 a 4.50 metros, con un diámetro de 1 a 2 cm cerca de la base, ramas que surgen únicamente cerca de la parte superior del tallo cuando las plantas están poco espaciadas para propiciar la producción de fibra. Tiene hojas oblongas alternadas, de bordes aserrados, prolongándose las dos puntas más bajas, como agudos dientes. La fibra se produce en la parte interior de la corteza de los tallos.

#### *Producción y utilización*

El yute es una fibra bien conocida y ampliamente empleada, que recibe el mismo nombre común en todos los idiomas del oeste de Europa. Recibe otros nombres comunes en las regiones donde se cultiva. La producción se centra grandemente en Bangladesh, India y la República Popular de China. Otros productos menos importantes son Nepal, Birmania, Brasil, Perú y Tailandia. La fibra se aprovecha principalmente para fabricar bolsas, base para alfombras, envoltura de fardos, sogas y cuerdas, pero tiene muchas otras aplicaciones. La producción comercial total en 1971 fue de 2.2 millones de toneladas métricas.

<sup>1</sup> Editado por Elton G. Nelson, Consultor (fibras), Office of Agriculture, Technical Assistance Bureau, Agency for International Development, Washington, D. C. 20523.

El yute compete en forma directa con otras fibras naturales, tales como el kenaf, y especialmente con las fibras sintéticas, así como en lo que se refiere al manejo de artículos a granel. En años recientes, el tejido de polipropileno ha invadido los terrenos del yute como base para alfombras y material para bolsas.

Los rasgos principales que hacen que el yute solo sea superado por el algodón, entre las fibras naturales, son la longitud y docilidad de sus fibras, la flexibilidad de éstas cuando son blandas, que se refleja en los productos fabricados con ellas, en comparación con las fibras duras, su conveniencia como material para empacar y para servir de base para alfombras, y su costo es relativamente bajo.

#### *Cultivo*

El yute prospera solamente en suelo fértil, cuando las temperaturas son elevadas y la precipitación pluvial alcanza los 20 cm o más cada mes, durante la temporada de cultivo. La lluvia se debe complementar con riego. Requiere alrededor de 5 meses, durante la parte del año en que los días son largos, para producir plantas que sean adecuadas en términos de fibra.

El *C. capsularis* resiste la inundación que es tan común en las tierras del delta de los ríos Ganges y Bramaputra. Estas inundaciones anuales dejan en el suelo una benéfica capa de sedimento. Sin embargo, si la inundación es demasiado prolongada, se forman raíces adventicias en los tallos, lo cual dificulta la limpieza de la fibra. El *C. olitorius* se cultiva solamente en regiones más elevadas que no están expuestas a la inundación, y requiere estiércol o fertilizantes que aporten los nutrimentos necesarios para un buen rendimiento. El riego complementario puede ser también indispensable.

Las tierras en que se va a cultivar yute deben estar bien labradas antes de la siembra, la cual suele efectuarse de marzo a junio en Bangladesh e India. La semilla se suele sembrar a voleo, en forma manual, en proporciones cer-

canas a los 13 kg por hectárea para el yute blanco de semilla grande y alrededor de 9 kg por hectárea para el tossa. Se pueden emplear menores proporciones si se siembra en hileras. Las semillas son pequeñas y no deben estar cubiertas por más de un cm de tierra. Las plántulas son aclareadas y los terrenos se deshieran una vez que las plantas están bien establecidas y, de preferencia, cuando no han alcanzado aún una altura de 30 cm. En condiciones de cultivo ideales, se recomienda un espaciamiento equidistante de aproximadamente una planta por cada 250 centímetros cuadrados, o 35 plantas por metro cuadrado. En tierras menos productivas se puede dejar un herbaje algo menos denso. Si se siembra en hileras con una sembradora manual y si se deshiera con un azadón de rueda impulsado a mano, las proporciones de siembra se pueden reducir a la mitad y los costos de mano de obra, correspondientes a siembra y deshierre, los cuales requieren alrededor del 42% del total de mano de obra desde la arada hasta la desecación de la fibra, se pueden reducir hasta un 60%.

### ***Cosecha***

En cuanto las primeras flores se empiezan a marchitar, las plantas se deben segar cerca del nivel del suelo, para atarlas en gavillas (en ese momento o posteriormente) y se dejan permanecer en el terreno durante 2 ó 3 días hasta que las hojas logran desprenderse por sacudimiento para que aporten materia orgánica a los cultivos subsecuentes. La fibra se deteriora si las plantas continúan su crecimiento después que las flores se han marchitado.

La semilla se produce en una sección del terreno que no se cosecha o en una plantación por separado. Rara vez se aprovecha la fibra de las plantas que se han empleado en la producción de semilla. La superficie ocupada por las plantas que van a destinarse a la producción de semilla debe ser aproximadamente 1/20 de la superficie que se vaya a plantar para la obtención de fibra y semilla al año siguiente.

### ***Procesamiento para la obtención de fibra***

Los tallos del yute son enriados en un arroyo o estanque a fin de prepararlos para separar la fibra comercial de otras partes del tallo. En Bangladesh e India, la temperatura del agua para enriar es ideal en agosto y septiembre para fomentar una rápida acción bacteriana en los tallos sumergidos. En tales condiciones favo-

rables, el enriamiento requiere de 10 a 15 días, pero este periodo puede ser mayor si los tallos son finos y el agua es fría. Después del enriamiento, los tallos se llevan a agua superficial para separar la fibra de la parte leñosa del tallo. Esta operación se hace a mano, generalmente, manejando unos cuantos tallos a la vez, para lavar la fibra en el arroyo o estanque donde se efectúa el enriamiento. Después se cuelga de postes para que seque al aire.

El rendimiento de las fibras procesadas y desecadas puede oscilar de 1.0 a 1.8 toneladas métricas por hectárea, según las condiciones en que se desarrolle la planta; la fibra seca representa alrededor del 5%, en peso, de los tallos recién segados. El porcentaje varía, dependiendo de la madurez (contenido de humedad) y la variedad.

En Bangladesh e India la fibra se selecciona primero en tres o cuatro grados para cada localidad, embalándose en forma poco apretada (balas kutchá), y se lleva a molinos locales o a centros de embalaje para prepararla con fines de exportación. Allí se cortan unas cuantas pulgadas de los extremos ásperos; se selecciona cuidadosamente la fibra, y se empaca en balas de alta densidad (pucca) para la exportación.

La fibra comercial de yute contiene del 60 al 65% de celulosa (menos que el lino, la ramia o el algodón), y una cantidad considerable de lignina (sustancia leñosa), que hace a dicha fibra menos durable. Pese a ello, el yute se sigue empleando en mayor cantidad que las demás fibras naturales, exceptuando el algodón.

### ***Enfermedades***

El yute es vulnerable a los graves ataques de cierto número de patógenos de la raíz y el tallo, principalmente hongos. Los nematodos del nudo de la raíz son también un grave problema en algunas regiones. Los principales métodos de control disponibles son de naturaleza preventiva. La rotación de cultivos en la que el yute se alterne, en el terreno, con otros cultivos no vulnerables a las mismas enfermedades, resulta muy efectiva cuando es factible. El empleo de variedades resistentes a la enfermedad también es una medida de control muy importante.

La sanidad en el terreno reviste también importancia en la reducción del inóculo que desataría nuevos ataques de la enfermedad. Todos los residuos de la cosecha deben voltearse con el arado o convertirse en composte poco después de la recolección, sobre todo cuando la

enfermedad se ha presentado. Cuando la tierra se aprovecha para producir un cultivo subsecuente en el mismo año, éste debe elegirse entre los que no son susceptibles a las enfermedades del yute.

### ***Plagas de insectos***

El yute es susceptible a cierto número de plagas de insectos. La más perniciosa en las principales regiones productoras de yute es el semi-medidor (*Anomis abalijera*) y el ácaro amarillo (*Hemitarsonemus latus*). En otras regiones, los insectos que atacan el kenaf pueden representar también un problema. Entre estos se incluye un escarabajo cornudo de franjas que puede emigrar de ciertas malas hierbas hacia el cultivo de yute, varias especies de gusanos cortadores y orugas negras o gusanos soldado que se alimentan de hojas, y áfidos o pulgones (insectos chupadores).

Las medidas preventivas para el control de la enfermedad también resultan eficaces para reducir el número de las plagas que atacan el yute. Si hay brotes de estas plagas (excepto

gusanos cortadores) resulta eficaz la aplicación de un polvo insecticida de amplio espectro y uso general, como el malatión. Cuando resultan afectadas grandes superficies del cultivo, los agricultores pueden considerar la acción en grupo como una opción económica para el espolvoreo aéreo, el cual resulta mucho menos costoso en términos de aplicación por hectárea, que la aplicación manual o a máquina efectuada al nivel del suelo.

En el caso de los gusanos cortadores y otras plagas que habitan el suelo, se puede aplicar un plaguicida persistente, como el toxafeno, en el momento de la siembra, en proporción de 1 a 1.5 kg por hectárea de material grado técnico.

Las plagas crónicamente destructivas se deben identificar sin lugar a dudas, en cuanto a especie, para aplicar los tratamientos que sean adecuados para combatir esa plaga en particular. Los rendimientos que se obtienen de una cosecha de fibra de yute pueden no ser adecuados para solventar un programa extensivo a base de insecticidas. Sin embargo, en algunas regiones puede resultar que la única forma de producir semilla sea mediante el empleo de espolvoreaciones o aspersiones.

## CAPITULO 35

### KENAF<sup>1</sup>

(*Hibiscus cannabinus* y *H. sabdariffa*)

Originalmente, se entendía por kenaf únicamente la planta *Hibiscus cannabinus*, pero en años recientes se ha incluido también bajo esa denominación la *H. sabdariffa* (los tipos de fibra se llaman con frecuencia *H. sabdariffa* var. *altissima*). Estas especies se conocen también como mesta, yute de Bimlipatam o Bimli, roselle (especialmente por los tipos de ramas más cortas y cáliz comestible), yute siamés o de Thai yute de Java, teal, gambo, storkroos, pápoula-de-sao-francisco, y con muchos otros nombres locales.

Las plantas son de un solo tallo, alcanzan de 1 a 4 metros de altura en la madurez, con tallos delgados (8 a 25 mm en la base) que rara vez ramifican como se les planta muy próxima unas de otras para la producción de fibra. Las diferentes variedades varían en el color del tallo, de verde a rojo y morado. Ambas especies tienen flores amarillas a color crema, on los cuellos escarlata o morado rojizo. En ambas especies se han encontrado algunos tipos con colores notablemente diferentes en sus flores.

Las hojas del *H. cannabinus* pueden ser simples o palmeadas y nacen alternativamente en el tallo. Las hojas basales son siempre simples. Las cápsulas de la semilla son cilíndricas y pubescentes, conteniendo cada una de 18 a 20 semillas. Estas son de color gris y de forma arrionada, y en un gramo se pueden contar de 35 a 40 semillas.

El *H. sabdariffa* tiene sus flores de color ligeramente más amarillento que el *H. cannabinus*, y también son más pequeñas. Las hojas de todos los tipos son palmeadas y fuertemente lobuladas (salvo las hojas basales que son simples) y nacen aleternativamente en el tallo. Las semillas son de color castaño oscuro y promedian alrededor de 60 por gramo.

#### Utilización

Como fibra textil, el kenaf se usa frecuentemente como acompañante o sustituto del yute

en la fabricación de tela para bolsas, sogas y estera para alfombrado; en los países en que el costo de la mano de obra es bajo, el kenaf tiene otras aplicaciones domésticas y artesanales. Los tejedores aseguran que no es tan manejable como el yute para trabajos finos, y a pesar de tener a menudo una mejor apariencia, alcanza un precio ligeramente menor en el mercado.

Como fibra de pulpa, el kenaf ha adquirido recientemente una amplia aceptación. Su producción anual por hectárea es más elevada que la de la pulpa de madera, pero los problemas, especialmente los nematodos del nudo de la raíz, han retrasado la difusión de su aceptabilidad. Los productos fabricados con kenaf van desde papel para escribir hasta cartulina y satisfacen las normas de calidad establecidas.

#### Producción

El kenaf se cultiva extensivamente en la India, Tailandia y la República Popular de China, y en menor grado en la URSS, Brasil, Bangladesh y Egipto. Además, hay una pequeña producción en muchos otros países del Lejano Oriente, Asia del Sur, África y América Latina. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación informa de 1.1 millones de toneladas métricas de kenaf y fibras afines, producidos en 1971-72, frente a 2.2 millones de toneladas métricas de yute. Tailandia y Bangladesh exportan fibra como materia prima; la mayor parte del resto del kenaf se fabrica en los países donde se produce.

#### Adaptación

El kenaf se adapta mejor a los climas tropicales y subtropicales. No prospera bien cuando las temperaturas nocturnas descienden a menos de 18° C. El *H. sabdariffa* requiere un clima más tropical y es más resistente a la sequía que el *H. cannabinus*. Ambos tienen mucho mayor adaptación a las condiciones del suelo y del clima, que el yute. Empero, las

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

zonas donde se proyecte el cultivo del kenaf deben tener lluvias de por lo menos 100 mm al mes durante el periodo de desarrollo, con temperaturas medianamente cálidas uniformes. El kenaf se puede cultivar con éxito bajo riego; las necesidades de agua del kenaf y el algodón son similares.

Aunque los requisitos del kenaf en cuanto al suelo y el clima son mucho menos rígidos que los del yute, responde activamente a las condiciones favorables, tales como buena tierra, clima moderadamente cálido, abundancia de agua y fertilizantes. La cantidad de fertilizante se debe ajustar para compensar la falta de fertilidad del suelo y, de preferencia, la aplicación debe hacerse en franjas, debajo de la mayor profundidad que alcance la semilla en la hilera. Si los requisitos de fertilizante no se han establecido para el kenaf, las cantidades y proporciones de N, P y K empleadas para otros cultivos se pueden adaptar al efecto. Considerando que la obtención del cultivo no es el aspecto más costoso en la producción de la fibra, los rendimientos por unidad de costos se deben planear con cuidado antes que se puedan hacer recomendaciones generales en cuanto a altas proporciones de aplicación. Sin embargo, debe tenerse en mente que 50 toneladas métricas por hectárea de plantas verdes consumen los siguientes nutrientes: N-175 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 30 kg, K<sub>2</sub>O - 85 kg.

#### Variedades

Algunas de las variedades de *H. cannabinus* mejor conocidas, que requieren de 100 a 125 días desde la plantación hasta la floración durante días largos son Everglades 41 y 71, Cuba 108 y otras que se han desarrollado en los lugares donde se produce el kenaf. Las variedades que maduran entre 20 y 30 días más tarde incluyen la Cuba 2032 y varias selecciones de Guatemala. La mayoría de las variedades mejor conocidas de maduración normal (100-125 días) son altamente sensibles al foto periodo y solo alcanzan alturas utilizables durante los días largos en las zonas que se encuentran a más de 10° del Ecuador. Algunas de las variedades de maduración más tardía son menos sensibles al fotoperiodo y resultan especialmente útiles para ampliar considerablemente la temporada de crecimiento y cosecha y para permitir la producción de esta planta en áreas donde la lluvia solo se presenta durante los días cortos. La variedad *H. sabdariffa* madura generalmente más tarde que la mayoría de las *H. cannabinus*.

#### Enfermedades

Las enfermedades más graves que atacan al kenaf son principalmente de naturaleza fungosa, y la mayoría de ellas se transmiten por la semilla o por el suelo. Las medidas de control pueden consistir, en su mayoría, en la selección inicial de variedades resistentes a la enfermedad, tratamiento de la semilla con fungicidas orgánicos o mercuriales, y cosecha temprana de las áreas afectadas.

La enfermedad más grave del *H. cannabinus* la causa el *Colletotrichum hibisci*. La enfermedad se denomina con frecuencia antracnosis o tizón de las puntas. Por fortuna, la mayoría de las variedades que se usan en la actualidad se seleccionaron por su resistencia a las cepas entonces existentes de *C. hibisci*. Sin embargo, recientemente se registró una cepa nueva y virulenta del organismo en Kenya, donde resultaron atacadas algunas de las razas normalmente resistentes. Las variedades *H. sabdariffa* suelen ser menos susceptibles al *C. hibisci* que las *H. cannabinus*.

#### Nematodos

La plaga más grave del *H. cannabinus* es el nematodo del nudo de la raíz *Meloidogyne incognita acrita*. No hay variedades resistentes a estos nematodos y los daños que sufren los cultivos pueden ser cuantiosos. El mejor método de control parece ser el plantar en tierra nueva o en terrenos donde haya crecido algún cultivo que no haya sido atacado por los nematodos del nudo de la raíz. Los ataques sobre el *H. sabdariffa* son mucho menos graves y muchas variedades, especialmente las de Indonesia, son sumamente resistentes.

#### Insectos

El kenaf es atacado por varias importantes plagas de insectos. Entre ellas se cuenta la pequeña pulguilla negra de la familia *Crysomelidae* que abunda en el sureste de Asia, Nueva Guinea y Africa. Ataca las hojas y los tallos del kenaf maduro y se combate con DDT, el cual también controla una plaga secundaria—la cicadela o cigarra saltadora de la familia *Cicadellidae*.

El barrenador europeo del maíz, *Pyrausta nubilalis*, ha causado estragos en las plantaciones de kenaf en Taiwan. El control se ha emprendido plantando maíz alrededor del kenaf, como cultivo de trampa.

La larva que mancha el algodón, *Dysdercus suturellus*, suele atacar las cápsulas de semilla

inmaduras del kenaf después que el insecto adulto ha depositado sus huevecillos sobre aquéllas. El adulto se puede combatir con aspersiones semanales de dieldrín, equivalente a 0.5 kg de ingrediente activo al 100% por hectárea, según se requiera.

En Irán, la principal plaga que ataca las cápsulas de semillas es la larva del gusano espinoso de las cápsulas, *Earias insulana*, el cual puede combatirse asperjando 2 ó 3 veces, a intervalos semanales, sevin en proporción de 2 kg por hectárea.

El pulgón del algodón, *Aphis gossypii*, ataca a veces al kenaf tierno y puede controlarse asperjando malatión en proporción de 2 kg por hectárea.

El kenaf que se cultiva para obtener su fibra no tolera un programa extensivo de aspersiones contra enfermedades o plagas. Pero la aspersión puede ser más recomendable en los cultivos destinados a producir semilla, los cuales suelen hacerse en superficies mucho menores que los que se cultivan para obtener fibra.

### **Cultivo**

En el caso del kenaf, como en el de otros cultivos, es muy conveniente tener la tierra bien preparada para la siembra. El kenaf se puede sembrar a voleo o en hileras. Las proporciones de siembra pueden variar de 10 a 18 kg por hectárea para *H. sabdariffa* y de 15 a 25 kg para *H. Cannabinus*. Las proporciones más bajas se recomiendan para los suelos menos fértiles y para las plantaciones destinadas a la cosechadora de hileras. Las recomendaciones en cuanto al espaciamiento de las hileras varían de 20 cm a 45 cm para la producción de fibra para tejidos. Los espaciamientos de las hileras de hasta 90 cm se han empleado en ensayos de producción de papel, pero no se han establecido aún recomendaciones en firme.

En tierra húmeda y bien preparada, el kenaf germina rápidamente y sombrea o estrangula a la mayoría de las malas hierbas. Empero, el kenaf no se debe plantar en tierra que haya estado fuertemente contaminada por maleza.

### **Cosecha**

La cosecha se debe iniciar poco después que la floración se inicie. Las plantas siguen creciendo después de comenzada la floración, pero la calidad decrece y el procesamiento se torna más difícil. El *H. sabdariffa* suele cosecharse antes de la floración, pese a que así se

obtienen menores rendimientos. Las razones de cosecha tan temprana son el permitir la siembra de un cultivo subsecuente o permitir el enriamiento de la cosecha antes que el agua se agote. La semilla y la fibra no se obtienen de las mismas plantas.

Las plantas se deben cortar cerca de la superficie del suelo. En muchos lugares del mundo, se les cosecha con una hoz de mano o con machete y se les ata en fardos. Se puede utilizar una podadora, pero, en ese caso, los tallos deben reunirse y atarse manualmente. Se han creado agavilladoras tiradas por tractores, que cortan y atan los tallos en una sola operación.

### **Preparación para el enriamiento**

En muchas partes del mundo donde los costos de la mano de obra son bajos, la fibra del kenaf se retira de los tallos por enriamiento y separación manual, tal como se ha practicado con el yute durante más de un siglo. Si la cosecha va a ser enriada en los tallos, las gavillas de tallos sueltos se dejan en el campo, antes de atarse, hasta que las hojas secan al grado en que pueden desprenderse por sacudimiento para quedar sobre la tierra como fuente de materia orgánica. Ocasionalmente, la corteza que contiene la fibra se desgaja en listones manualmente y luego se enría, ya sea verde o una vez seca y almacenada. El desgajamiento manual de los tallos sin enriar se suele efectuar, sin embargo, solamente cuando no se dispone de medios mecánicos para cortar los listones, o en el caso de una extremada escasez de agua.

La obtención mecánica de listones antes del enriamiento se vuelve cada vez más popular, especialmente en los países que iniciaron recientemente la producción del kenaf. Esta operación se realiza con una máquina que cuenta con un cilindro que gira con rapidez, tiene un diámetro de 50 cm, otro tanto de longitud y media docena de hojas golpeadoras en toda su longitud. Al ser introducidos los tallos, por los extremos, son sostenidos a mano o mediante rodillos de sujeción, mientras los golpeadores arrancan la madera y dejan los listones. En las máquinas más sencillas, unos cuantos tallos se introducen a mano, aproximadamente hasta la mitad, y luego son retirados, mientras el otro extremo se reduce a listones y se retira. La operación para obtener los listones se acelera considerablemente mediante una máquina que acepta un haz de tallos mucho mayor, en toda su extensión, y deposita la fibra en el otro extremo.

### **Enriamiento y lavado**

Los listones se atan luego en gavillas. Las gavillas de tallos, o listones, se sumergen en el agua del río, estanque o depósito y se mantienen bajo la superficie durante un lapso de 7 a 30 días según la temperatura del agua, la edad de las plantas y el número de organismos enriadores (bacterias) que se encuentren en el agua. Una vez que la fibra es arrancada de los tallos a mano o que se separa un puñado de listones enriados, de la gavilla más grande, la fibra se lava, agitándola hacia atrás y hacia adelante en la superficie del agua; se saca con un movimiento espiral y se cuelga para que seque. Se han creado máquinas para las operaciones de lavado, pero la mayor parte de la fibra se lava a mano.

### **Descortezado o desfibración, secado y embalado**

Un proceso, similar al enlistonado mecánico, se emplea para limpiar la fibra suficientemente para el hilado, sin enriamiento. En esta operación, las máquinas se deben ajustar según márgenes estrechos para que se incremente considerablemente la acción de raspado. La fibra descortezada resultante es más áspera y las pérdidas son mucho mayores que cuando se emplea el enriamiento. El proceso se ha empleado comercialmente, pero ahora no encuentra una utilización extensiva.

Una vez que la fibra se ha secado, se selecciona en distintos grados—los cuales difieren de un país a otro—y se embalan para embarcarse a fábricas o al mercado de exportación.

Los métodos de cosecha y manejo para obtener la pulpa del kenaf no se han establecido aún. Ha logrado cosecharse con éxito con una cosechadora de ensilaje que corta una hilera a la vez, parte las plantas en trozos cortos y deposita el material así cortado en un carro que va a continuación de la cosechadora. Se han considerado otros posibles métodos.

### **Producción de semilla**

No se obtiene semilla de las plantas que se cosechan por su fibra. Algunos agricultores se limitan a dejar en el campo aproximadamente un 5% de su cultivo de fibra para cosechar-

lo posteriormente a fin de obtener semilla. Otros plantan kenaf para producir semilla; este tipo de plantación debe hacerse tardíamente, en el verano, para evitar el excesivo crecimiento de tallos antes que los días sean suficientemente cortos para inducir la floración si la cosecha va a segarse con máquina combinada. Una proporción de aproximadamente 10 a 12 kg por hectárea, para *H. cannabinus* y de 8 a 10 kg por hectárea para *H. sabdariffa* resultan recomendables. Si la semilla escasea, como cuando se va a incrementar una nueva variedad, la siembra de aproximadamente una semilla por metro cuadrado proporcionará cocientes de incremento notablemente mayores. En buenas condiciones de campo, pueden esperarse rendimientos de 500 kg por hectárea, aunque se han consignado rendimientos aún mayores en condiciones ideales.

La semilla se debe cosechar cuando se secan varias cápsulas de semilla inferiores, aún cuando la planta puede seguir floreciendo. En el procedimiento usual de cosecha a mano, la planta se siega inmediatamente abajo de la cápsula con semilla más baja, para atarse luego flojamente en gavillas, dejándose que seque durante unas dos semanas antes de la trilla. Muchas de las cápsulas verdes maduran durante este periodo de secamiento. Si la producción es pequeña y el clima es muy adverso, puede ser preciso secar las puntas con semilla en un lugar cubierto.

Las puntas del kenaf se pueden trillar fácilmente con una máquina combinada. Empero, en muchos lugares del mundo se les trilla golpeando las gavillas secas, con varas, y aventamiento. En cualquier caso, la semilla requiere un completo secado al sol, o con calor artificial, durante dos semanas aproximadamente, antes que pueda ser ensacada y almacenada. Aunque seque bien antes del almacenamiento, la germinación decae rápidamente en climas cálidos y húmedos.

Los insectos pueden estropear rápidamente la semilla de kenaf. En consecuencia, esta tiene que ser tratada con algún insecticida, como malatión o DDT, antes de que se le almacene en un lugar fresco y seco, libre de ratas y otros roedores.

Para mayor información, véase Dempsey, J.M., Ref. Núm. 6.

## CAPITULO 36

### RAMIO<sup>1</sup>

(*Boehmeria nivea*)

El ramio, *Boehmeria nivea*, es un miembro no espinoso de la familia de las ortigas, Urticaceae. La fibra de ramio, también conocida como fibra de ramina, es el producto de la corteza interna de sus tallos; la fibra de ramio cruda (tiras que contienen esta fibra) ha sido conocida durante largo tiempo como hierba de China y, en consecuencia, un producto bien conocido del ramio se ha denominado hierba de lino.

#### *Producción y usos*

En el Oriente, el ramio constituía una fibra vegetal de suma importancia antes de la introducción del algodón en 1300. Se utiliza aún en gran escala en China, país en que se cree que su cultivo y manufactura han forjado, preponderantemente, un tipo de operación industrial a nivel de pequeño agricultor. Se han realizado múltiples esfuerzos durante el presente siglo con el fin de introducir el ramio en países tropicales y subtropicales, esfuerzos que no han sido muy fructíferos. Hacia 1969, la producción hubo de alcanzar las 7,000 toneladas métricas en Brasil, 3,000 en Filipinas, 3,500 en el Japón, 1,500 en Corea del Sur, y 600 en Taiwan.

Los tallos del ramio son esbeltos, de 8 a 16 mm en la base; pueden alcanzar una altura de 2 a 2 y medio m en 45 ó 60 días en condiciones de desarrollo idóneas. Sus hojas son alternadas, anchas y ovalares, toscamente dentelladas, con largos pecíolos; son verdes en el anverso, mientras que en el reverso son blancas y aterciopeladas. Sus flores son pequeñas, blanco-verduscas, conformando ramilletes, y de alta polinización cruzada (alogamia). La simiente es de color marrón oscuro, muy pequeña y ovalar, y es producida en cantidades muy grandes.

La fibra de ramio es la más resistente de

todas las fibras vegetales, su brillo recuerda el de la seda, es de un color crema amarillento (totalmente blanco después de curada), y puede humedecerse y secarse con gran rapidez. Posee poca elasticidad y mucha resistencia al encogimiento, a los abrasivos y al deterioro. Es adecuada para uso doméstico, para mezclar con otras fibras, y para diversos usos especializados. Cuando se combina con lana, en proporción tan pequeña de un 25 por ciento, el alargamiento y el encogimiento de la lana se ve considerablemente reducido, y su aspecto notablemente mejorado. La mezcla de 35 por ciento de fibra de poliéster da por resultado una tela que es confortable en temperaturas cálidas y que posee una excelente resistencia a las arrugas. La fibra de ramio ha sido utilizada con éxito en la confección de trajes, camisas, ropa interior; linos para decorados, corbatas, guitas, hilos, velamen, telas para óleos, y en una considerable variedad de productos industriales, tales como el corraje, recubrimiento y aislación de cables, en mangueras contra incendio y en empaques, en especial en empaques navieros. En la actualidad, su empleo más importante lo constituye la elaboración de telas para trajes y camisas (tanto soía como mezclada), y en empaques. Las hojas y crestas del ramio son del agrado del ganado y contienen gran cantidad de proteínas.

#### *Varietades*

Muchas variedades del ramio resultan familiares a los agricultores de Oriente, pero sólo unas cuantas son utilizadas ampliamente en virtud de su abundante producción y de la calidad de su fibra, su resistencia a las plagas, y de su facilidad para cosecharlas y procesarlas; algunas de las variedades más conocidas son la Murakami, la Miyazki 112, la Saikeseishin y la Hakuri. Sería sumamente deseable una investigación de suelos para estas variedades, ya que este tipo de estudio aportaría el aumento en la producción tanto de las zonas establecidas como de las nuevas.

<sup>1</sup> Editado por Elton G. Nelson, Consultor (fibras), Office of Agriculture, Technical Assistance Bureau, Agency for International Development, Washington, D. C. 20523.

### **Adaptación**

Pese a que el ramio es una planta tropical, es lo suficientemente tolerante al clima frío (no helado) como para adaptarse también a los subtrópicos. La producción de ramio debe ubicarse en regiones considerablemente pluviales, aunque la irrigación complementaria suele ser muy útil en ocasiones, particularmente para la ampliación de su periodo de cultivo.

El ramio requiere de un suelo profundo y bien drenado, no excesivamente ácido, y provisto abundantemente de nutrimentos. Puesto que cada corte de los tallos (de 2 a 6 veces por año) frecuentemente alcanza las 40 toneladas de materia vegetal por hectárea, resulta muy elevado el drenado de nutrimentos del suelo. Para evitar la suspensión del desarrollo, se hará necesaria una abundante fertilización. Los suelos aluviales profundos tienen la ventaja de poseer una gran fertilidad natural, pero hasta este tipo de suelo puede llegar a agotarse debido a las continuas cosechas, a menos de que haya sido fertilizado adecuadamente. Los cultivos de ramio pueden mantenerse productivos durante 10 años o más, a partir de la fecha de siembra, si han sido correctamente fertilizados.

### **Cultivo**

El ramio, una planta perenne, se propaga mediante pedúnculos, acodaduras y por la división del rizoma, cortando éste de 10 a 15 cm de longitud, el cual constituye el método preferido. El terreno que ha de ser sembrado deberá ararse a 15 ó 20 cm de profundidad y aplicársele una ración inicial completa de fertilizante (400 kg/ha de un análisis 10-10-16) colocado en franja bajo la posición destinada del surco. El componente de fosfato del fertilizante reviste particular importancia, ya que este nutrimento no se aplica en realidad como tratamiento de superficie, y la dotación inicial habrá de alimentar a las plantas durante años enteros. Las aplicaciones de fertilizantes de superficie con un alto contenido de nitrógeno y de potasio, deberán efectuarse después de cada recolección de corte de tallos con el fin de afirmar la productividad.

Se plantan los retoños en los surcos, entre los que debe mediar una distancia de 100 a 120 cm, y con un espaciamiento entre 30 y 60 cm entre planta y planta. Una mayor proximidad al plantarlas dará por resultado un herbaje más rápido. La labranza se requiere únicamente cuando se trate de controlar las malas hierbas en tanto se establece el herbaje. La primera

cosecha de tallos se produce de 9 a 10 meses después de la siembra, mientras que las posteriores cosechas se recolectan en 45 a 90 días en las auténticas zonas tropicales, en las que las lluvias no constituyan un factor limitante. El desarrollo lento se verifica durante los días cortos, inclusive estando próximo el ecuador. En los subtrópicos, donde las temporadas frías retrasan el crecimiento, así como en las regiones tropicales excesivamente lluviosas o áridas, deberán efectuarse sólo de dos a tres recolecciones anuales. Normalmente, los tallos de donde se extrae la fibra son relativamente herbáceos y no lignificados al ser cosechados.

### **Enfermedades**

El ramio se mantiene notablemente a salvo de enfermedades, mas, la enfermedad del hongo blanco, *Rosellina nectaries*, ha ocasionado grandes pérdidas en plantaciones de Japón y Vietnam del Sur, en diversas ocasiones. Esta enfermedad ataca a las plantas por debajo de la tierra y sus síntomas, frecuentemente tardíos, son el marchitamiento de la planta y el amarillamiento de sus hojas. En plantaciones nuevas se ha conseguido cierto control remojando las plantas, inmediatamente antes de sembrarlas, durante tres horas, en una solución 1:1000 de cloruro de mercurio. Las manchas en las hojas y las lesiones en los tallos parecen ser de poca importancia, cercenados, sin duda, por las cosechas periódicas que eliminan los tejidos susceptibles. Existen varios agentes patógenos además del mencionado, pero ninguno ha sido consignado como originador de epidemias.

### **Plagas de insectos**

La plaga más grave y difundida del ramio la constituye el gusano de las hojas, (*Pilicorsis ramentalis*). La larva en desarrollo, de color verde-blanquizo, hasta de 10 mm de longitud, se alimenta y convierte en ninfa en las hojas a las que ha causado su enrollamiento. Las infestaciones intensas han causado la completa defoliación y el cese del crecimiento. Se ha obtenido un control considerable mediante el uso de polvos de DDT al cinco por ciento, en proporción de 12 kg por hectárea.

Otras plagas de insectos, que se localizan actualmente en los plantíos de ramio, rara vez han sido consignadas como lo suficientemente graves ni como para requerir campañas para su control. Esta ventajosa situación bien podría no continuar de extenderse el cultivo de esta planta.

### **Cosecha**

La mayor parte del ramio se cosecha a mano, y, en China, una gran parte es descortezada de esta suerte y con la ayuda de cuchillos romos. Máquinas pequeñas y fáciles de maniobrar para descortezamiento están adquiriendo rápida popularidad. Tienen múltiples ventajas sobre el lento raspado manual y demás métodos primitivos. El uso de estas maquinillas resulta conveniente a pesar de que requieren de una pequeña inversión, y son más precisas para operaciones delicadas. El raspador o descortezador grande empleado para el sisal y el abacá es más efectivo para uso en operaciones de plantaciones mayores, ya que requiere de 800 a 1,200 hectáreas adyacentes para un funcionamiento correcto.

La producción de tiras secas de la cosecha del campo alcanza alrededor del 5 por ciento, o menos, del peso de los tallos verdes, y el total de la fibra procesada (desgomada) constituye aproximadamente la mitad o dos terceras partes del peso de la tira seca, dependiendo de la calidad de la tira.

### **Procesamiento**

A diferencia de la mayoría de las fibras de

líber, la de ramio no se separa de los demás componentes de la planta por medio de enriamiento sino por descortezamiento, secado y desgomado. Generalmente, las hebras de la fibra—llamadas hierba de China—, producto de las máquinas descortezadoras, son secadas y seleccionadas en grados. Después de un reblandecimiento inicial, se procede a su desgomado mediante cocción en una solución alcalina amortiguada. Esto puede efectuarse en un tanque a presión, o en una caldera descubierta durante un tiempo mucho mayor. Las fibras desgomadas se lavan con agua dulce y se neutralizan con un ácido rebajado. Hasta la fecha, el método más eficaz ha sido el de desgomar (en un tanque a presión) la fibra, cortada a 7.5 cm de largo. En calderas descubiertas la fibra se manipula frecuentemente en forma de largas madejas. Resulta obvio que el desgomado requiere una operación de tipo fabril, y que la viabilidad de tal operación es indispensable para lograr éxito en el cultivo del ramio. Puede conseguirse el descortezamiento mediante pequeñas máquinas en el campo, mientras que el desgomado químico requiere de una operación centralizada.

Para información complementaria véase Dempsey, J.M., Ref. Núm. 6.

## CAPITULO 37

### ABACA, CAÑAMO DE MANILA<sup>1</sup>

(*Musa textilis*)

El abacá o cañamo de Manila (*Musa textilis*) es una planta herbácea perenne grande que recuerda el banano, alcanzando frecuentemente los 6 metros en su madurez. El tallo o falso tronco está en realidad conformado por la superposición de las grandes vainas de las hojas. Los tallos de las hojas expuestas son oblongos y enteros, con tendencia a partirse transversalmente con el tiempo a causa del viento. Los tallos maduros de las hojas son de 100 a 200 cm de largo y de 20 a 30 de ancho; el pecíolo es de 50 a 70 cm de largo. El tronco verdadero, que nace debajo de la tierra, es un rizoma con múltiples brotes (ojos) que producen retoños (vástagos, pimpollos), los cuales aparecen intermitentemente alrededor de la base de las plantas establecidas. La inflorescencia consiste en espigas cortas e inclinadas. El fruto, que es incomedible, mide de 5 a 10 cm de largo, es triangular, combado y con múltiples semillas.

#### Producción y usos

El abacá es una destacada fibra vegetal empleada para cordelaje marino, debido principalmente a que es una de las pocas fibras naturales conocidas con resistencia a la exposición prolongada de agua salada. Sin embargo, ha decaído su producción mundial a partir de la mitad de la década de los cincuenta como resultado de la fuerte competencia con fibras sintéticas. En 1951-55 la producción mundial promedió 128,000 toneladas métricas, la cual, hacia 1972, descendió a 76,600.

En 1972, las Filipinas produjeron 73,000 toneladas métricas de fibra de abacá (el 96 por ciento de la producción mundial). El Ecuador es otro país cuya producción supera las 2,000 toneladas métricas. Un hecho quizá más importante que el volumen de producción es que, a principios de la década de los 60, cerca de 3 millones de pequeños propietarios se hallaban entregados al cultivo de esta planta. Consti-

tuye, pues, un tipo de cultivo bien remunerado para fincas pequeñas y diversificadas, más bien que ser una operación industrial agrícola. Empero, este cultivo es igualmente adaptable tanto a la pequeña propiedad cuanto a las plantaciones en gran escala.

La fibra de abacá es el producto del falso tronco de la planta, siendo del 1.5 al 4 por ciento de fibra seca la producción total procedente del tallo fresco. La fibra, una vez preparada para el mercado, se compone de cabos de 2 metros de largo o más. Es sumamente fuerte, ligera, y tendiente a hacerse basta y tiesa; se emplea principalmente en cuerdas, esteras de pulpa para mimeógrafos, filtros de aire, bolsas de te y en envolturas para embutidos. Su uso como pulpa ha ido en aumento en tanto que su empleo para cordelaje ha disminuido como resultado de la popularidad de las fibras artificiales.

#### Variedades

Existen muchas variedades del abacá, pero sólo unas cuantas se cultivan ampliamente. Las tres más conocidas son: La Tangongón, la Bungulanon y la Maguindanao. El abacá pertenece al grupo de las especies *Musa*, con 10 cromosomas como número básico, en contraste con los 11 del banano verdadero. Ninguna de las 11 especies de cromosomas se compara con el abacá en cuanto a la resistencia de tensión de su fibra.

#### Adaptación

El abacá requiere de un clima caliente y continuamente húmedo. Se da mejor en tierras tropicales bajas cuya temperatura media anual sea de alrededor de 27° C, pluvialidad media anual de, cuando menos, 2,500 mm, y carentes de sequías. Las regiones de producción del abacá más importantes de Filipinas promedian aproximadamente 3,000 mm de pluvialidad al año. Al igual que el banano, el abacá se desarrolla mejor en alturas inferiores a los 500 me-

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

tros, pero se planta en alturas hasta de 1,000 metros.

El abacá necesita de suelos profundos, duros, bien drenados y fértiles. Crece mejor en suelos de origen volcánico o aluvial, pero no se da mal en los arcillosos con estas características. Es esencial un buen drenado, pero tanto la superficie como el subsuelo habrán de ser firmes para asegurar una adecuada retención de humedad. Las plantas cuentan con raíces poco profundas, y la cosecha depende íntegramente de la fertilidad de los 60 cm superiores del suelo. Para una mejor producción, los abonos y los fertilizantes (particularmente los fosfatos) se incorporan en el suelo antes de sembrar nuevas plantas. Y se realiza un abonado periódico de superficie que incluya, además, fertilizantes que contengan nitrógeno y potasio, con objeto de compensar el abundante drenado de nutrimentos ocasionado por las cosechas del enorme volumen de tallos de hoja removido para la producción de la fibra.

### Cultivo

Las plantaciones nuevas de abacá se realizan tanto por medio de retoños extraídos de las plantas establecidas o mediante "trozos" del rizoma de plantas maduras. Los "trozos" a plantarse deberán ser limpiados cortándoseles las raíces, y serán sometidos a un tratamiento para eliminar las plagas de insectos y ciertos organismos patógenos, y después sembrados de inmediato en agujeros preparados previamente. El espaciamiento entre las nuevas plantas varía dependiendo del tipo de suelo y su fertilidad, pero generalmente es de 2 1/4 a 4 1/4 metros de separación en cada dirección. Los sembradíos requieren de deshierbe y de cuidado especial hasta que la intensa sombra de las hojas del abacá prevenga el desarrollo de malas hierbas.

El primer corte de los tallos plenamente desarrollados de las hojas puede efectuarse a partir de un año y medio o dos de la siembra. Para entonces, la mata consiste en tallos (de 10 a 30) en distintas etapas de crecimiento. Los tallos de abacá se encuentran listos para la recolección poco antes de que el capullo de la flor aparezca—esto es, con la aparición de la espadaña de la hoja. Posteriormente, conforme los tallos de las hojas prosiguen su desarrollo en cada planta o mata, la cosecha de los tallos maduros puede realizarse a intervalos de, aproximadamente, 4 meses. En suelos fértiles y con buen mantenimiento, los plantíos de abacá sostienen su productividad durante 10 ó

15 años. Sin una fertilización periódica, la producción disminuirá rápidamente.

La producción de la fibra procesada varía de 300 hasta más de 1,000 kg por hectárea anuales. Se han consignado producciones excepcionales de más de 3,000 kg/ha. Puesto que la fibra útil alcanza tan sólo el 1.5 ó el 2.0 por ciento del peso fresco de los tallos cosechados, (manualmente o con despalladores ahusados), resulta evidente que enormes cantidades de materia vegetal se remueven junto con los nutrimentos que extrajeron del suelo.

El Capítulo 26, Bananos y plátanos, contiene información adicional acerca del cultivo, enfermedades y plagas de la *Musa* spp.

### Enfermedades

Las tres enfermedades más serias del abacá son la copa arracimada, el mosaico y el marchitamiento vascular. La copa arracimada es provocada por un virus que propaga el áfido del banano (*Pentalonia nigronervosa*) y por el *P. caladii*. El mosaico es también producido por un virus difundido por cuatro distintas especies de áfidos (*Aphis gossypii*, *A. maidis*, *Rhopalosiphum nymphacea*, y por el *R. prunifoliae*).

El marchitamiento vascular (*Fusarium cimbense*) es causado por el organismo que provocó la enfermedad de los bananos conocida como de Panamá, pero ataca únicamente a determinadas variedades del banano. La variedad Tangongón del abacá es resistente. Aun cuando otras enfermedades atacan al abacá, en general no han causado daños muy difundidos.

Se ha ejercido control sobre las enfermedades virulentas por medio del corte y retiro de las plantas infectadas tan luego aparecen los síntomas, y por el uso de material para plantar proveniente sólo de plantas sanas.

El virus del marchitamiento vascular vive indefinidamente en el suelo, y puede transportarse en el agua corriente, por la labranza, por la tierra trasladada en máquinas o por los mismos pies del hombre. Es, en consecuencia, sumamente difícil lograr un control a no ser mediante el uso de las variedades resistentes. Puede ser controlada parcialmente destruyendo las plantas enfermas, si sólo unas pocas muestran los síntomas, y sembrando únicamente el suelo en que no se hayan plantado ni abacá ni bananos.

### Plagas

Para los insectos que infestan los suelos y para los que atacan por debajo de su superficie, podrán ser controlados desde parcial hasta

completamente, con aplicaciones de toxafeno o de dieldrina. Se verá reducida la aparición de tales insectos al efectuarse nuevas siembras en tierras que, cuando menos durante dos años, no hayan sido sembradas con abacá ni con banano. De sospecharse la presencia de insectos que infestan los suelos, la aplicación de toxafeno de grado técnico en proporción de 1.5 kg por hectárea, que habrá de mezclarse con la tierra, resulta efectiva en términos generales.

### *Procesamiento*

El agricultor en pequeño generalmente procesa los tallos para convertirlos en fibra separando las serpas exteriores de cada vaina de hojas y cortándolas en tiras, llamadas tuxios, de 5 a 8 cm de ancho. La parte interna de la vaina de las hojas es descartada en el campo. Estos tuxios se arrancan manualmente, uno por uno, y con la ayuda de un sencillo cortador consistente de una hoja de cuchillo aserrada finamente (aunque puede ser lisa) contra un bloquecillo de madera. Una operación similar denominada "despalillación" se verifica envolviendo el extremo del tuxio en rápida vuelta sobre el huso para ayudar a jalar por debajo del cuchillo. El otro extremo se limpia después de la misma manera. Mientras los tuxios son jalados, la hoja de cuchillo es presionada contra el bloque de madera gracias a una pértiga, la pulpa no fibrosa se desecha de una sola tajada.

De un modo general, de acuerdo con su color, en cuatro o cinco grupos diferentes, se van separando las fibras mientras con cortadas, colores que varían desde los más oscuros hasta los más claros. Las fibras de las vainas exteriores son de color pardo, las que se encuentran cerca del exterior son amarillo claro pardusco y se tornan progresivamente de color más claro, más finas y más frágiles hacia la parte interna

del falso tronco. Después de secada bajo el sol, la fibra se traslada a la bodega, se separa en grados y se embala para el mercado.

Cerca de 5 grados de fibra de abacá—recolectados manualmente o con despalilladores—se reconocen en Filipinas, cada uno con una subdivisión para el Davao (por despalillador) y para los demás (manualmente). Además, se identifican cuatro grados de fibra procesada por la plantación, la cual se denomina Deco (descortezada).

Pese a que la mayoría de las antiguas plantaciones de abacá están en la actualidad produciendo otras cosechas, son potencialmente importantes en la producción del abacá. En las plantaciones, la fibra se limpia comúnmente por medio de máquinas llamadas raspadores o descortezadoras. Este método de limpieza consiste en cortar los tallos en tramos de alrededor de 180 cm de largo, separarlos en cuatro secciones o quebrantados, y colocados oblicuamente dentro de la máquina. (Se proporciona mayor información acerca de máquinas descortezadoras en los capítulos correspondientes al ramio y al sisal). La mayor parte de estas plantaciones utilizan secadores a base de transportador de cadena sin fin y máquinas cepilladoras que completan el secado y suavizamiento de la fibra después del secado preliminar. La producción de fibra seca alcanza normalmente cerca del 4 por ciento del peso del tallo fresco, muy superior a la cifra obtenida mediante el método manual o con despalilladores.

Es sumamente alta la capacidad de las descortezadoras, pero cada una requiere de cerca de 800 a 1,200 hectáreas adicionales para su eficaz funcionamiento.

Para información complementaria véase R. H. Kirby, Ref. Núm. 12 y B. B. Robinson, Ref. Núm. 20.

## CAPITULO 38

### SISAL, HENEQUEN Y FIBRAS DURAS SIMILARES<sup>1</sup>

#### *El sisal y el henequén*

El sisal (*Agave sisalana*) y el henequén (*A. fourcroydes*) son parecidos en su aspecto general y en sus aplicaciones. El sisal es una planta robusta y casi carente de tronco, cuya altura total es de 1 a 3 metros durante las etapas del crecimiento anteriores a la última floración, es decir, entre los 6 u 8 años de edad. Las hojas nacen de una roseta ancha situada en la base. Cada hoja es gruesa, jugosa, suave, sesil; de un color que va del verde oscuro al verde brillante y de 100 a 200 cm de largo por 10 ó 15 de ancho. Los resistentes bordes de las hojas son tersos y cuentan ocasionalmente con espinas diminutas, y cada hoja muestra una espiga terminal de 1 a 3 cm de largo. Cuando la planta florece, la espiga de inflorescencia central, llamada comúnmente el "polo", crece rápidamente en proporción de 20 - 30 cm diarios, alcanzando una altura de 3 a 6 metros. Las flores son numerosas, situadas transversalmente a 4 ó 6 cm, con una corola de forma de embudo, mas raramente producen simiente. Por otro lado, los elevados bulbos de la inflorescencia producen numerosos bulbillos vegetativos que son plantas enteras jóvenes, los cuales pueden extraerse y plantarse. Las principales zonas productoras del sisal se encuentran en Brasil y en Africa.

El henequén difiere del sisal por cuanto a que sus hojas son grises verdosas y cuentan con espinas en sus bordes. Además, el desarrollo del henequén es más lento que el del sisal, y su ciclo vital fluctúa entre los 15 y los 20 años. Su producción se limita esencialmente a México, en los estados de Yucatán y Campeche, y a Cuba y El Salvador. El aspecto de su fibra es similar a la del sisal pero de un color más claro y un tanto más frágil.

#### *Producción y usos*

La producción mundial de fibra (inclusive estopa) de ambas especies, sisal y henequén, promedió 780,000 toneladas métricas anuales

desde 1966 hasta 1972. Los principales productores en 1972 fueron Brasil, Tanzania, México, Angola y Kenia. Otros países cuya producción fue superior a las 10,000 toneladas: la República Malgache, Mozambique, Venezuela, Haití y Cuba. Las producciones mexicana y cubana se refieren exclusivamente al henequén.

La dura fibra del sisal y del henequén es larga, áspera, de color blanco cremoso, y fuerte. Es también basta y, por tanto, no resulta conveniente para usos en que la suavidad y la textura son importantes. La fibra se emplea extensamente en la elaboración de cordeles y cuerdas para dividir parcelas, en costales (de empleo local), tapetes y como relleno para muebles. Más de la mitad del sisal y el henequén se dedica a la cordelería agrícola.

El empleo del sisal y del henequén como ligadura para madera, periódico, piezas de repuesto para maquinaria pesada, etc., se halla difundido pero estos usos han sufrido disminución considerable con el advenimiento de los cordeles plásticos y otros ligamentos para empaquetar. El empleo del sisal como relleno de muebles ha disminuido de igual manera como resultado de los productos sintéticos que se destinan al mismo propósito, aunque se ha sostenido mejor que otras fibras vegetales también destinadas a la cordelería.

La fibra del sisal y del henequén se compone de 78% de un complejo de substancia denominada lignocelulosa (celulosa y pentosana), 8% de lignina, 2% de ceras y 12% de otras (incluso 1% de ceniza). Estos porcentajes son aproximados y varían de ejemplar a ejemplar.

#### *Precios*

Los precios del sisal (y del henequén, los cuales son de aproximadamente el 80% de los del sisal) han fluctuado grandemente durante los últimos 25 años. Durante periodos de escasez, como el ocurrido en 1951 por la Guerra de Corea, y de nuevo en 1973, los precios alcanzaron niveles en los que estos productos

<sup>1</sup> Idem. (Nota anterior).

perdieron terreno contra los sintéticos. Durante los últimos años 60 e inicios de los 70, por otro lado, los precios fueron tan bajos que muchos plantíos no fueron replantados. Con estos precios tan abatidos sólo los más eficientes productores pudieron obtener ganancias.

El futuro precio de la fibra dependerá primordialmente en el precio y disponibilidad del polipropileno (o posiblemente en el de otra fibra sintética). En vista del alto porcentaje de fibra que se aplica a la cordelería—cuyo requisito fundamental es una resistencia adecuada—los compradores estarán dispuestos a comprar prácticamente la ligadura que se venda al precio más bajo por unidad de uso.

### *Adaptación*

El sisal y el henequén son, por supuesto, cultivos de clima cálido. El sisal se da en sitios donde la pluvialidad sea sólo moderada o bien donde la secuencia estacionaria humedad-sequía sea pronunciada. Las plantas son resistentes a la sequía. Empero, la pluvialidad bien distribuida, con humedad del aire sólo moderada y una breve temporada de sequía, favorecen el desarrollo continuo de las hojas el que a su vez permite las cosechas frecuentes junto con una fibra de más alta calidad.

El henequén es todavía más tolerante de la aridez y no se da tan bien como el sisal en zonas de alta pluvialidad.

Las plantas se desarrollan en suelos poco profundos, rocosos y que no sean ácidos. Son más productivas en suelos fértiles, ya que el frecuente retiro de hojas causa un fuerte drenado de los nutrimentos del suelo, particularmente de aquellos proporcionados por los fertilizantes de tipo comercial—nitrógeno, fosfato y potasio. Puesto que en la mayoría de los casos una sola plantación suele florecer en 6 u 8 años (período muchos más largo que el del henequén), habrá que sostener la fertilidad por ese lapso. La alta fertilidad del suelo y una pluvialidad adecuada tienden a reducir el porcentaje de fibra de las hojas, pero el incremento en la cantidad de hojas recolectadas por año y su tamaño compensan, con creces, por el bajo porcentaje de fibra utilizable de las hojas. La cifra total de hojas producidas durante la vida de la planta no se ve muy afectada por la fertilidad y tipo de suelo. Como es comprensible, los suelos fértiles producirán hojas más grandes.

### *Cultivo*

Generalmente, la tierra se arregla para ser plantada eliminando toda la vegetación exis-

tente y, en ocasiones, mediante el barbechado de limpieza, durante un año, para destruir todas las malas hierbas y el desarrollo voluntario de vegetación natural.

El henequén se planta frecuentemente en terreno pedregoso que sólo requiere que, antes de iniciar la siembra, le sean retirados los matorrales y los árboles.

El material de siembra consiste en bulbilos o en retoños basales. Los retoños pueden enterrarse y plantarse directamente, en tanto que los bulbilos habrán de cultivarse en un vivero durante cerca de un año, antes de ser colocados en la tierra. En general, las plantas cultivadas por bulbilos producen más fibra que las originadas por retoños. El suelo del vivero deberá ser fértil y bien drenado. El vivero puede requerir de irrigación complementaria durante la temporada seca para asegurar el desarrollo de plantas fuertes.

Los campos para plantaciones comerciales deberán ser fertilizados conforme se requiera para complementar su fertilidad natural bajo las condiciones pluviales esperadas. Puede resurtirse de nitrógeno y de potasio durante la etapa de cultivo por medio de esparcimientos laterales al inicio de las lluvias; pero los fosfatos han de proporcionarse, casi plenamente, mediante una sola aplicación antes de la siembra. Aunque la cantidad de fertilizante de siembra debe determinarse mediante pruebas de suelos, se sugiere que una aplicación básica consista de 500 kg por hectárea de un fertilizante cuyo análisis sea de 10-10-10. Este deberá colocarse en franja y bajo el surco destinado, dejando de 5 a 8 cm de suelo entre la franja y la profundidad de las raíces de los trasplantes. A falta de maquinaria especial para la distribución de fertilizantes para la colocación de estas bandas de fertilizante, (1) un método práctico consiste en abrir un surco poco profundo (30 cm); (2) colocar al fondo la banda de fertilizante; (3) cubrir con 5 u 8 cm de suelo; (4) colocar las plantas y acarrear la tierra que se encuentra a los lados del surco hasta cubrir completamente las raíces de las plantas. Esto logrará casi asegurar una nutrición adecuada de los trasplantes así como su firme desarrollo. En áreas de mayor humedad frecuentemente se requiere de cal.

### *Siembra*

Una norma de siembra muy generalizada consiste en una serie de hileras dobles, con un espaciamiento de 0.8 a 1 metro, y de 3.5 a 4 metros de calzada entre cada par, con objeto de permitir futuro acceso para cosechar y para la

transportación de las hojas. Las plantas se espacian, en las hileras, de 0.8 a 1 metro, dependiendo de la fertilidad del suelo y de las condiciones climáticas.

Ocasionalmente, se cultiva abono verde entre las hileras de las plantaciones recientes, el cual será incorporado al suelo tiempo después de no ser el terreno demasiado rocoso e impedir dicha incorporación. Esto resulta impráctico incluso en áreas de pluvialidad insuficiente, ya que habrá que satisfacer las necesidades tanto del nuevo cultivo de la fibra cuanto del abono verde. Sin embargo, el cultivo del abono verde puede ofrecer una competencia deseable contra las malas hierbas que año con año se desarrollan en las plantaciones.

### *Enfermedades*

El sisal y el henequén son menos propensos a las enfermedades que la mayoría de los demás cultivos. Los síntomas de las enfermedades son comúnmente provocados por deficiencia en los nutrimentos. Particularmente en zonas de pluvialidad más intensa, las plantas se encuentran sujetas a manchas en las hojas. Otras enfermedades que las atacan son la descomposición del tronco y la ceбра, aunque no han sido consignadas como epidémicas.

### *Plagas de insectos*

Una de las pocas plagas de insectos que atacan al sisal es la del gorgojo del tronco, la cual produce dos clases de daños—perforaciones en los tejidos suaves de las hojas, por alimentarse de ellos el adulto, mientras que la larva hace lo propio con las hojas desarrolladas en la espiga. La última es de mayor gravedad. Los insecticidas a base de aldrine o de dieldrine, que sean persistentes en el suelo, proporcionan generalmente un control adecuado, bien sean aplicados mediante aspersores o como polvos. Sin embargo, el gorgojo no se difunde intensamente, y sólo las plantas más jóvenes se ven seriamente dañadas.

### *Cosecha*

Cuando las plantas son cultivadas en tierra fértil sin aridez grave o prolongada, la primera recolección de hojas basales podrá efectuarse aproximadamente en 2 ó 3 años después de la siembra de sisal, y en 4 ó 6 años en el caso del henequén. En sitios menos apropiados el período será más prolongado. El corte podrá iniciarse tan pronto como las plantas tengan el tamaño suficiente como para economizar de 20

a 25 hojas, de las situadas en la unión de tallo y raíz, en cada planta después de la cosecha. Las recolecciones pueden repetirse a los 6, 9 ó 12 meses; en cada caso dejando sin cortar de 20 a 25 hojas para un mejor desarrollo de la planta. Una guía útil es la de economizar todas las hojas que se estén desarrollando en la punta del tronco, y efectuar la recolección en un ángulo de cerca de 80 grados o más de la verticalidad. El cortado excesivo reducirá considerablemente la producción.

Las hojas cortadas se atan en manojos y se transportan al centro fabril para el descortezamiento. Este deberá realizarse en 24 horas a partir de la recolección para evitar el deterioro de la fibra.

### *Descortezamiento, lavado y secado*

El método más común empleado para la separación de la fibra de la hoja se efectúa por medio de un raspador descortezador. Esta máquina se compone básicamente de un rodillo móvil, pequeño y cubierto, equipado con 8 ó 12 puntas romas y con un peto ajustable. Un hombre realiza el descortezamiento al introducir hasta la mitad, y una a una, las hojas en la máquina, entre el rodillo móvil y el peto mientras sostiene un extremo de la hoja. Procede entonces a retirar la hoja de la unidad y la voltea para limpiar la segunda mitad, mientras que el alimentador sostiene la porción de fibra limpiada. Este descortezador suele producir de 135 a 180 kg de fibra diariamente, cuando se proporcionan las hojas frescas y cuando el desperdicio es retirado por otros. Estas máquinas operan normalmente en el campo cerca de donde se cultiva el sisal.

El descortezador central de plantas también se utiliza extensamente. Su principio de limpieza es el mismo que el descrito anteriormente pero es de mucho mayor tamaño y requiere de grandes cantidades de agua que fluyen sobre la fibra al ser descortezada. El agua lubrica el rápido proceso de descortezamiento y acarrea el material de desperdicio de la máquina. Se colocan las hojas en un distribuidor que se encuentra asido por correas o cuerdas, el cual las sujeta mientras pasan al través de la primera unidad del descortezador. La fibra limpiada se transfiere entonces a otra banda que acarrea las hojas hasta una segunda unidad encargada de limpiar el otro extremo de las hojas. La capacidad de uno de estos grandes descortezadores es de cerca de 300 a 600 kg de fibra secada por hora.

Generalmente, la fibra se seca al sol colocada sobre pértigas o sobre alambres galvani-

zados. En ocasiones, después del secado, la fibra se batanea suavemente (cepillado) mediante una máquina para suavizar, separar y terminar de limpiar las hebras de la fibra.

Cada país determina los grados de su fibra, de acuerdo con sus propios estándares, por longitud, color y limpieza. La fibra es entonces embalada consistentemente para ser embarcada.

Un porcentaje de fibra cada vez mayor se manufactura en el país productor. México, por ejemplo, exporta esencialmente fibra no hilable amén de cordeles y cuerdas.

#### *Fibras duras similares*

La cantala (*Agave cantala*) es similar en estructura al sisal, pero su planta en raras ocasiones produce tallos floridos. Cuenta con muchos retoños basales que constituyen su forma de propagación principal. La cantala vive menos que el sisal, dependiendo de la fertilidad de suelo y del clima. Esta planta se cultiva principalmente en las Filipinas, aunque también en

Java, Malasia e India. La fibra de cantala no es tan fuerte como la de henequén.

El cáñamo de Mauricio (*Furcraea gigantea*) también recuerda el sisal, mas sus hojas son de un tono verde azulado, más angostas y considerablemente más largas; además, son ligeramente concavas en el anverso y terminando en una extremidad correosa de aproximadamente sólo 3 mm de largo. Existen diferencias morfológicas en las flores. En raras ocasiones hay producción de simiente, y se propagan por medio de bulbilos que son producidos en abundancia. Este cultivo se da particularmente en Costa Rica, donde se denomina cabuya, y en Mauricio. Su fibra es más débil que la del henequén.

El henequén del Salvador (*Agave latonae*) es sumamente parecido al henequén y algunos botánicos afirman que se trata de la misma especie. Sus hojas son azuladas, cubiertas de una pelusilla blanca azulosa y con espinas en los bordes. Se propaga mediante retoños, y se cultiva fundamentalmente en El Salvador.

Para información complementaria, véase G. W. Lock, Ref. Núm. 14.

## CAPITULO 39

### PELITRE<sup>1</sup>

(*Chrysanthemum cinerariaefolium*  
y *C. coccineum*)

#### *Distribución geográfica*

El uso principal del pelitre es como insecticida. Este uso parece haberse originado en la región transcaucásica de Irán, Turquía y Rusia, alrededor de 1800 D. C., como polvos contra piojos y pulgas (polvo persa para insectos). La publicación, en 1850, de la hasta entonces naturaleza secreta de este insecticida, provocó un interés a escala mundial en la producción del pelitre. Dalmacia, en la costa adriática de (la actual) Yugoslavia, era el proveedor principal hasta cerca de 1920, cuando Japón tornóse en el productor número uno. Esta industria empezó a florecer en la región montañosa de Kenia, hacia 1932; y este país se convirtió en un importante proveedor alrededor de 1940. El pelitre se produce corrientemente en las alturas más escarpadas de las zonas tropicales—Africa del Este, Zaire, Brasil y en los países tropicales andinos así como en la región transcaucásica original y en Yugoslavia. Los esfuerzos realizados para establecer centros de producción en los Estados Unidos (Colorado, California) obtuvieron éxito en lo tocante a producción, pero la recolección de flores no ha logrado una mecanización satisfactoria. Sin lugar a dudas, la producción comercial continuará su concentración en zonas con abundante mano de obra, la cual se requiere para la recolección de flores en la etapa en que el contenido de pelitre es mayor. El pelitre se da con mayor éxito en sitios que se encuentren libres de heladas durante la época de cultivo, y que no estén sujetos a frios intensos durante el período latente.

#### *Usos*

Los activos ingredientes insecticidas del pelitre encuentran su máxima concentración en

dos especies del género de las *Chrysanthemum*—la *C. cinerariaefolium* y la *C. coccineum*; aunque se hallan también en otras especies. Las cabezas de las flores plenamente abiertas contienen la mayor parte de los ingredientes activos, mientras que los tallos contienen sólo 1/10 cuando mucho. Las semillas en desarrollo (aquenes) acumulan cerca del 90% del total de la cabeza de la flor. Sus componentes activos son la *piretrina*, conformada por mezclas de cuatro elementos químicos identificados—*piretrina I*, *piretrina II*, *cinerina I* y *cinerina II*. Las piretrinas son sumamente inestables en presencia de luz, humedad y aire. Las flores sembradas o sus polvos se descomponen más rápidamente que las flores totalmente secadas. Existen diferencias en el contenido de piretrina de las flores secadas causadas por la clase o variedad, la región donde se cultivan, las prácticas de cultivo utilizadas y por los métodos de recolección y secado. Algunos tipos selectos en Kenia han sido consignados como productores de 3% de piretrina proveniente de flores secadas, pero el promedio es de aproximadamente el 1.3%. Las flores comerciales japonesas promedian el 1.0%, mientras que las flores dálmatas el 0.7%.

Las piretrinas se extraen de las flores secadas mediante solventes químicos adecuados, y se purifican para que produzcan los concentrados empleados en aspersores y en polvos. Estos concentrados se combinan con sinérgicos o activadores, a razón de 5 a 20 partes de sinérgico y 1 parte de piretrina tóxica. Los activadores habilitan la actividad del insecticida, de 3 a 5 veces, cuando se usa contra moscas, y 100 veces cuando se aplica a piojos, y no son dañinos a los mamíferos, incluido el hombre. Los activadores suelen estabilizar a las piretrinas contra la acción de la luz y del aire, de modo que se obtiene una acción residual más prolongada de los insecticidas.

Comúnmente, los productores del pelitre se aplican en forma de aceite o con aspersores hidráulicos, o bien como polvos con una mezcla apropiada de arcillas o talcos. Son cuatro

<sup>1</sup> Editado por Quentin Jones, Científico del Plantel (Introducción de Plantas y Narcóticos), National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

los usos fundamentales del pelitre; (1) en insecticidas domésticos en virtud de su rápida acción paralizante, contra moscas, mosquitos, cucarachas, piojos, chinches, etc., y por su muy baja toxicidad para el hombre y otros mamíferos, (2) como aspersores para proteger el ganado contra picaduras de insectos, (3) como aspersores para molinos, bodegas, graneros, etc., como medida de precaución contra los insectos que se crían en los productos almacenados, y (4) como polvos y aspersores para frutas y verduras. Su muy baja toxicidad para los mamíferos los hace útiles para aplicarse a diversos cultivos con el fin de ejercer control sobre los insectos, poco tiempo antes de la cosecha. Las principales limitaciones para el uso de insecticidas a base de pelitre son su precio relativamente elevado, su rápido deterioro después de aplicados y la dificultad para mantener los concentrados almacenados durante largos períodos de tiempo.

El uso continuado del pelitre en competencia con los múltiples insecticidas sintéticos, su valor relativamente alto como un cultivo remunerativo donde prevalezcan condiciones climáticas adecuadas así como abundante mano de obra para la recolección y el secado, son razones que justifican que este cultivo tan bien remunerado sea llevado a cabo por propietarios en pequeño, en regiones tropicales y subtropicales en vías de desarrollo.

#### *Descripción*

Las especies comerciales del pelitre son hierbas perennes, de crecimiento erecto. Cada planta produce un follaje de 15-30 cm de diámetro que es intensamente verde y pinado, del cual surgen tallos simples o, en ocasiones, bifidos, de 30 a 60 cm de altura, cada uno de los cuales muestra cerca de 4 cm de capullos. Sus flores ligulares son blancas en la *C. cinerariaefolium*, y blancas, rosadas o rojas en la *C. coccineum*. Se cree que la primera es de origen dalmata mientras que la segunda se atribuye a la región transcaucásica. La flor se asemeja a la variedad hortícola denominada "margarita pintada" o "margarita ojo de buey". El capullo de la flor es radiado, con flores tubulares en el disco central y flores ligulares en el borde del capullo. Las flores son, predominantemente, de polinización cruzada; cada flósculo produce una sola semilla (aquene), parecida a una semilla de girasol pequeña. Las piretrinas se hallan concentradas primordialmente en los aquenes en desarrollo de los capullos de flores jóvenes, y se dice que alcanzan el máximo de contenido cuando los flósculos del disco han abierto la mitad o tres cuartos.

#### *Adaptación*

Las variedades comerciales del pelitre se adaptan en regiones de pluvialidad moderada. En los trópicos, el pelitre se da con mayor éxito en altitudes superiores a los 1000 metros. Este cultivo tolera temporadas de sequía a partir de la cosecha de la flor; pero una pluvialidad bien distribuida resulta benéfica durante los tres o cuatro meses que preceden a la cosecha. Incluso las heladas leves durante la temporada de cultivo, son particularmente nocivas, y las temperaturas bajo cero durante el período latente matarán a las plantas.

El pelitre requiere de suelos bien drenados y margosos, moderadamente fértiles, sin acidez o alcalinidad excesiva. El control de malas hierbas se hace necesario para mayores rendimientos.

#### *Cultivo*

Las plantas de pelitre inician su desarrollo en cuadros de siembra especiales preparados de antemano y después se transplantan como tallos de semilla de 10-12 cm de longitud. Los cuadros de siembra deberán ubicarse en zonas que no hayan sido cultivadas previamente con pelitre, donde exista agua disponible para, de ser necesario, esparcirla a mano, y cuyo suelo haya sido profusamente labrado y fertilizado con un fertilizante químico completo, a razón de 500 gramos por metro cuadrado. Para evitar el riesgo de las enfermedades propias del suelo, el área elegida habrá de ser aquella que nunca antes haya sido sembrada. Bien desarrollada y capaz de vivir, la simiente se planta con la mira de que proporcione el sostén que requieren las plantas, y se cubre ligeramente con tierra; se procede entonces a cubrir el cuadro de siembra con cantidades limitadas de césped seco o de paja. De ser la pluvialidad deficiente, habrá que regar los cuadros por aspersión para fomentar la pronta germinación y el desarrollo consistente de los tallos de semilla. Se requieren cerca de 300 gramos de simiente para plantar 30 metros cuadrados del cuadro de siembra, que a su vez proporcionarán de 15,000 a 30,000 plantas por plantío.

#### *Plantación en el campo*

Las plantaciones de pelitre no producen floración durante la temporada de siembra, dependiendo de las condiciones climáticas; pero, a partir de dicho período, habrán de producir cosechas anuales de capullos de flor al través

de varios años. Todas las hierbas rastreras y todas las plantas de hojas anchas deberán ser destruidas como preparativo para la siembra.

Deberá colocarse un fertilizante completo en bandas por debajo de las hileras destinadas, con la suficiente profundidad como para que el sistema de raíces de los trasplantes se halle separado del fertilizante como por 5 cm. Un procedimiento práctico consiste en abrir un surco poco profundo, colocar el fertilizante en una banda en el fondo, cubrir con 5 cm de suelo, insertar las plantas, y acarrear la tierra depositada en los extremos del surco hasta cubrir las raíces de los trasplantes. La cantidad y composición del fertilizante habrá de ajustarse a la fertilidad del suelo que se trate. De no haberse efectuado pruebas de suelos locales, se sugiere que antes de la siembra se apliquen 500 kg por hectárea de un fertilizante cuyo contenido sea de 5% de nitrógeno, 10% de fosfato ( $P_2O_5$ ) y 5% de potasio ( $K_2O$ ). Los esparcimientos laterales con abonos a base de nitrógeno y de potasio deberán realizarse después de cada cosecha. La longevidad de las plantas podrá prolongarse hasta la fertilización subsecuente, pero todo el contenido de fosfatos, para que sea más eficaz, habrá que aplicarlo antes de la siembra.

Las plantas deberán ser colocadas en el campo cuando los tallos de semilla alcancen los 10 ó 12 cm de altura, espaciados de 20 a 30 cm en las hileras, mientras que éstas habrán de guardar entre sí una distancia aproximada de 50 cm, con el objeto de facilitar el control de malas hierbas y la recolección de los capullos. Un espaciamiento mayor entre las hileras puede ser deseable si la humedad suele ser deficiente. El trasplante habrá de programarse cuando la pluvialidad tienda a ser más abundante. El control de malas hierbas es particularmente esencial durante la primera etapa del desarrollo.

Se han consignado varias enfermedades, por cuya causa hay que colocar reemplazos todos los años para llenar los espacios vacíos en los sembradíos. Se han realizado algunos trabajos de criadero para desarrollar resistencia a las enfermedades de los retoños de pelitre, particularmente en Kenia, los que convendrá utilizar si se logran conseguir. Los ataques de enfermedades deberán ser tratados con un fungicida de aplicaciones generales si se teme que puedan convertirse en epidémicas. Es necesaria

la identificación del organismo causal para poder planificar más programas de control específico. El pelitre deberá de plantarse en tierras que no hayan sido ocupadas recientemente con este cultivo, lo cual constituye una manera de reducir la inoculación potencial.

Las únicas plagas de insectos que se han consignado y que atacan al pelitre son las causadas por áfidos y por las arañas rojas. No deberá asumirse que la presencia de toxina en las flores significa que los insectos no se alimentarán de los tallos, hojas y raíces. Conviene estar al pendiente de las lesiones que provocan los insectos e identificarlos como medida de control.

### *Cosecha*

En regiones donde la temperatura fría (invierno) induce a un período latente, los tallos de semiente se insertan en el campo en primavera o a principios del verano, los cuales no florecerán sino hasta el siguiente verano. En climas tropicales en que la temporada de sequía induce a la latencia de las plantas y cuando éstas se siembran durante la temporada de lluvias, florecerán al inicio de la temporada de lluvias subsiguiente. A partir de entonces, se sucederán las cosechas de capullos durante varios años.

Las flores estarán listas para la recolección cuando la mitad o tres cuartas partes de los flósculos hayan abierto (que se encuentran a lo largo del capullo que tiene forma de disco); ya que el contenido de piretrina es más alto en esta etapa. Una persona podrá recolectar 40 kg diarios que equivalen a 10 kg de flores secadas. Se ha observado que las "paletas" cortadoras aceleran la recolección de flores, en tanto que los tallos y desperdicios reducen la calidad de la cosecha. Esto no representa una pérdida grave en cuanto a calidad si las piretrinas se extraen a base de solventes. Las flores habrán de ser secadas tan luego sean recoletadas poniéndolas en bandejas bajo los rayos del sol, o bien sobre grandes tinglados de secado o en secadores artificiales.

La producción de flores secadas cuyo promedio sea de 700 a 800 kg por hectárea se considera como satisfactoria, aun cuando en plantaciones muy vigorosas las producciones suelen ser mucho mayores.

## CAPITULO 40

### TABACO<sup>1</sup>

#### (*Nicotiana tabacum*)

El tabaco es originario de las Américas y, a raíz del descubrimiento del Nuevo Mundo, se difundió por todo el planeta. La *Nicotiana tabacum* era la especie cultivada por los nativos de Yucatán, México y hacia el sur. Otra especie, la *Nicotiana rustica*, era cultivada por los indígenas del norte de México y hacia el norte de ese país. La primera especie, *N. Tabacum*, se introdujo rápidamente en Europa—a través de España, Francia y Gran Bretaña—, pero su producción comercial en gran escala se inició en las colonias inglesas a lo largo de la costa atlántica. En la actualidad, la *N. rustica* se cultiva primordialmente en países cuyo clima resulta demasiado frío para la *N. tabacum*, pero se cultiva también para la producción de materiales insecticidas debido a su mayor contenido de nicotina.

El tabaco ha sido un cultivo de alto nivel económico desde principios del siglo XVII hasta nuestros días en el mundo entero. Constituye un cultivo capital en diversos países tropicales y subtropicales: seis centroamericanos, cinco sudamericanos, quince asiáticos y en nueve africanos. Aunque se cultiva en grandes plantaciones y en muchas regiones con fines comerciales y de exportación, se cultiva asimismo muy corrientemente en áreas más reducidas por pequeños agricultores. Es posible que un tercio de la producción total de regiones tropicales sea vendida localmente o consumida por los agricultores y que no se consigne en estadísticas de producción del tabaco. A los pequeños agricultores les es posible el obtener grandes producciones de tabaco de calidad aceptable, aunque la producción sea en pequeña escala.

#### Usos

La importancia del tabaco en la agricultura la determina su valor como un cultivo bien re-

munerado y el encontrarse al alcance tanto del pequeño propietario cuanto de las grandes plantaciones. Su cultivo exige una serie de requisitos que satisfacen ventajosamente las regiones tropicales rurales; la tecnología que requiere está también al alcance de los pequeños agricultores; puede ajustarse a una gran variedad de sistemas de cultivo y de condiciones ambientales; su colocación en el mercado es generalmente inmediata; y no se deteriora rápidamente cuando ha sido bien curado y almacenado. En realidad, su calidad aumenta después de 2 ó 3 años de almacenado y sus hojas mantendrán un estado satisfactorio durante 5 ó 10 años dependiendo del tipo de hoja y de las condiciones de almacenaje.

Pese a que el tabaco carece de valor dietético-nutricional para sus consumidores ulteriores, ha retenido su popularidad por más de doscientos cincuenta años y no hay indicios de que llegue a ser descartado. Han sido múltiples las modalidades en el uso del tabaco: rapé, tabaco para pipa, cigarras, tabaco para mascar y cigarrillos; y el fumar cigarrillos pone en peligro la salud; pero el consumo total de tabaco prosigue sin dar señal de disminución virtualmente en todos los países. El placer que proporciona el tabaco desafía la medida y es de tal naturaleza que el tabaco resulta frecuentemente indispensable para el consumidor, incluida la gente de bajos recursos y de alimentación deficiente, es decir, le es casi tan importante como la comida.

El mercado que tiene la exportación del tabaco atrae a muchos países en vías de desarrollo; pero la producción para satisfacer la demanda local y para economizar en el cambio internacional requerido para las importaciones de tabaco, concierne a casi todas las naciones tropicales y subtropicales.

#### Adaptación

El tabaco se cultiva desde los 60° de latitud norte hasta los 40° de latitud sur, dondequiera que exista un período libre de heladas cuya

<sup>1</sup> Editado por E. L. Moore, Científico del Plantel (tabaco), National Program Staff, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705.

duración sea de 100 a 120 días. Las temperaturas de cultivo óptimas son entre 20° y 30° C, aunque tolera temperaturas hasta de 35° C. El tabaco medra tanto en climas tropicales como en moderados. Este cultivo se adapta mejor en regiones de pluvialidad moderada, de 500 a 1000 mm, bien distribuida a lo largo de la temporada de cultivo que consta de 4 ó 5 meses. La pluvialidad baja durante la temporada de maduración y de cosecha es en realidad benéfica, pero la baja humedad del aire después de la cosecha obstaculiza la etapa final de curado en que las hojas recolectadas deben ser flexibles para que puedan manipularse sin sufrir daño alguno. El tabaco no es apropiado para zonas que experimenten fuertes vientos debido a que las hojas de las plantas son muy sensibles a ellos.

El tabaco es bastante susceptible a las condiciones del suelo. Los suelos deben ser bien drenados, de fertilidad sólo moderada, cuya acidez no sea muy intensa ni tampoco demasiado alcalinos, y con la suficiente resistencia como para tolerar fuertes recolecciones sin sufrir una grave erosión. Empero, los diferentes tipos de tabaco hacen uso efectivo de una gran variedad de suelos: El tabaco para cigarrillos se cultiva en suelos ricos en marga sin efectos negativos en su calidad; mientras que los tipos curados con humeros (brillantes) se dan mejor en suelos margo-arcillosos; y los curados al aire (marrones) se desarrollan mejor en suelos sedimentado-margosos derivados de piedra caliza. El tabaco se cultiva en rotación con otros cultivos que se compaginen con el tipo de tabaco que se esté cultivando. En forma colectiva, todas las clases de tabaco cubren una extensa gama de condiciones de suelo; pero, para un tipo de tabaco determinado, los requisitos son bastante precisos para poder obtener tanto calidad como un alta productividad.

### *Descripción*

El tabaco es una planta herbácea anual, con un tallo sólido y erecto cubierto de filamentos cortos y ahusados, y alcanza alturas de un metro, metro y medio y hasta dos metros (incluyendo los pedúnculos de flores) en su madurez. Dependiendo de la variedad, cada planta produce de 20 a 30 hojas de tamaño grande (cerca de 60 cm de largo por 25 de ancho), las bajas semi-ciñendo el tallo. La inflorescencia aparece en el extremo del pedúnculo, sumamente florida, produciendo cápsulas de simiente con cantidades enormes de semillas diminutas, de 6 a 10 mil por gramo. En la producción de hoja de tabaco, la inflorescencia se remueve antes de la

floración (denominada punteado), para forzar la distribución de alimento en las hojas de la planta. Las hojas estarán maduras y prestas para la recolección cuando aparezca en ellas un ligero tono verde y hallan engrosado tanto que, cuando una hoja se doble intencionalmente se quiebre con facilidad. Las hojas bajas maduran primero, en tanto que las intermedias hasta 10 días después. Todos los componentes de la planta de tabaco contienen nicotina, pero la concentración es mayor en las hojas superiores, y varía grandemente dependiendo del tipo de planta y del método de curado. El contenido de nicotina en las hojas curadas fluctúa de 1 1/2 a 2 1/2% en las curadas por humeros, de 3 a 5% en el burley, de 4 a 4 1/2% en el tabaco oscuro curado al aire y en el curado al fuego. El contenido inicial de nicotina en las hojas varía considerablemente de acuerdo con la variedad, clima, temporada, suelo y madurez de las hojas y con las prácticas de cultivo.

### *Variedades*

La planta de tabaco es de autopolinización, y todas sus clases y variedades corresponden a este tipo, a excepción de ocasional alogamia. Se han producido nuevas formas de retoños y de plantas en criaderos de plantas utilizando hibridación artificial—para mejorar los rendimientos, resistencia a las plagas, modificar las características de las plantas, las propiedades del curado y la calidad de la hoja. Existen muchas variedades de cada tipo de tabaco. Aun cuando son múltiples las ventajas reales en cultivar una sola variedad (o variedades parecidas) de un tipo determinado de tabaco comercial en cada región de cultivo, también existe la necesidad de realizar experimentos frecuentes con variedades mejoradas producto de los centros de investigación. Si se ha comprobado de manera contundente que algunos de estos retoños son superiores convendrá multiplicar su simiente y ponerla a la disposición de todos los agricultores. Para mantener la pureza de los tipos mejorados, la producción de simiente habrá de supervisarse estrechamente por personal adiestrado para mantener las características del nuevo retoño.

### *Cultivo*

La práctica más generalizada consiste en producir tallos de semilla de tabaco en cuadros de siembra preparados ex profeso, y trasplantarlos al sembradío cuando alcancen un tamaño adecuado. Las semillas son excesivamente pequeñas por lo que requieren de cuidados espe-

ciales para que puedan producir tallos de semilla fuertes y libres de enfermedades.

#### **Cuadros de siembra para semillero**

Los cuadros de siembra para semillero se ubican en suelos que no hayan sido cultivados previamente con tabaco, o cuya superficie se haya esterilizado por medio de incendios. Además, dichos cuadros pueden ser esterilizados mediante vapor o con gas de bromuro metílico a presión y con temperaturas de aire de 10° C o más. El suelo se fertiliza con 1/2 kg de fertilizante por metro cuadrado, cuya fórmula sea de 12% de nitrógeno (N), 6% de fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y 6% de potasio (K<sub>2</sub>O), bien trabajados dentro de la tierra. El abono agrícola maduro o un compuesto libre de semente de malas hierbas darán también muy buenos resultados. Cerca de 30 gramos (2 cucharadas grandes) de semillas se mezclan con cenizas cernidas para proporcionar un mayor volumen que manipular, y se distribuyen de manera uniforme sobre 200 metros cuadrados. Esto habrá de producir un promedio de 2 plantas por cm<sup>2</sup>. Esta área deberá proporcionar suficientes tallos de semilla como para plantar una hectárea. Las semillas se presionan sobre el suelo mediante un tablón y se procede a cubrir las con pasto seco o con paja. El cuadro de siembra para semillero deberá mantenerse húmedo, lo cual se logra con un aspersor fino que evite la dispersión tanto del suelo como de la semente. Se requiere de riego convencional para desarrollar tallos de semilla fuertes, pero el exceso de agua puede inducir a brotes de enfermedades.

#### **Siembra**

##### **Fertilizantes**

Los campos se preparan para recibir los trasplantes mediante la labranza, que los ablanda y sazona, y por la colocación de fertilizante bajo el surco destinado. La cantidad de tipo de fertilizante habrá de ajustarse a la clase de tabaco que se cultiva así como al suelo utilizado. El fertilizante para tabaco curado con humeros (rubio) deberá ser de bajo contenido de nitrógeno, pero alto en fosfato y potasio. Un fertilizante con exceso de nitrógeno produce un sabor fuerte y un indeseable color verde oscuro en las hojas que, al ser curadas, pierden sus tonalidades claras. Para otros tipos de tabaco (curado al aire, curado al fuego, relleno para cigarros y envoltura para cigarros) el fertilizante habrá de ser más balanceado de

acuerdo con los nutrimentos: 5% N, 10% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 10% K<sub>2</sub>O. La cantidad de fertilizante variará de acuerdo a las condiciones del suelo y a la rotación de cultivo en la que el tabaco participa, desde 400 hasta 1000 kg por hectárea. Se requiere de un alto contenido de fosfato para estimular el desarrollo de las raíces, y de potasio para la calidad de las hojas y propiedades de "quemado". Los abonos de origen animal (preferentemente maduros) y los mantillos o estiércoles se utilizan como complemento del fertilizante en suelos de escasa fertilidad. Debe evitarse que los fertilizantes contengan cloruro de potasio, ya que es causa de efectos nocivos amén de ir en contra de la calidad y de la arribilidad del tabaco.

La aplicación de los abonos y del fertilizante resulta más efectiva cuando se aplican en bandas por debajo de la hilera destinada. Un método práctico consiste en abrir surcos de aproximadamente 20 cm de fondo, colocar el abono y el fertilizante en el fondo, cubrir con 5 u 8 cm de suelo, colocar los trasplantes y acarrear la tierra acumulada a un lado del surco hasta cubrir las raíces de las plantas. Este procedimiento resulta mucho más benéfico que el de sembrar al voleo el abono y el fertilizante e incorporar los mediante la labranza.

##### **Trasplante**

Los tallos de semilla estarán listos para el trasplante del cuadro de siembra al campo cuando las plantas tengan de 4 a 6 hojas y cerca de 15 cm de altura. Deberán removerse del cuadro con sumo cuidado para evitar daños en las raíces, y sembradas rápidamente en la hilera cuando el suelo se encuentre húmedo. Una pequeña cantidad de agua (200 cc) por planta en el momento del trasplante ayudará grandemente a la supervivencia de ser inadecuada la humedad del suelo durante la siembra. Cuando los tallos de siembra se trasplantan al campo, son sumamente resistentes. El tabaco se siembra comúnmente en hileras cuya separación es de 50 cm a 1 metro, utilizando un espaciamiento mayor en suelos más areniscos y en regiones de pluvialidad menos definida. El espaciamiento entre planta y planta varía de 30 a 60 cm, ajustándose de acuerdo al tamaño de cada variedad y a la fertilidad del suelo.

##### **Control de malas hierbas**

Las malas hierbas son causa de un gran menoscabo en los rendimientos, de daños en la calidad de las hojas curadas y de la reducción del precio comercial por kilo de tabaco curado.

Puede ejercerse un control eficaz mediante las prácticas correctas de cultivo. Para reforzar al máximo la protección del cultivo de tabaco, las malas hierbas deberán de ser removidas, en tanto sean pequeñas, por medio de labranza frecuente durante la temporada de cultivo. Las malas hierbas restantes podrán retirarse con la ayuda de azadones manuales. El suelo desperdigado por los implementos de cultivo, la penetración de agua y la formación de camellones bajos reducen la posibilidad de anegación durante las lluvias excesivas. En lugares donde escasea la mano de obra, las malas hierbas pueden ser controladas con herbicidas comerciales, tales como el enide o el títam. Sin embargo, sólo hasta fecha reciente se ha empezado a emplear y a aceptar este método en zonas de reconocido prestigio en el cultivo del tabaco en gran escala.

### **Enfermedades**

El rendimiento y la calidad del tabaco pueden verse comprometidos por enfermedades provocadas por hongos, bacterias, virus, nemátodos, contaminadores del aire, y por una nutrición inadecuada. Antes de poderse recomendar medidas de control, el patógeno habrá de ser identificado. La identificación realizada por un laboratorio constituye el mejor método, pero la sintomatología reviste también de importancia y, en algunos casos, puede ser suficiente para una identificación razonablemente confiable.

Entre las enfermedades de las raíces causadas por hongos, la de la caña negra es una de las más destructivas. En temperaturas cálidas, los hongos invaden a través de las raíces causando marchitamiento repentino y ennegrecimiento de la zona más baja del tallo. Si éste se parte longitudinalmente, se notará que el meollo se ha tornado de negro a pardusco y separado en forma de discos. En contraste con la caña negra, la descomposición negra de la raíz se ve favorecida por temperaturas más frías. Ambas enfermedades pueden suscitarse en el cuadro de siembra para simiente, pero son más frecuentes en el campo. La descomposición negra de la raíz se manifiesta por el ennegrecimiento de las raíces, a tal grado que las raíces jóvenes se encuentran totalmente ennegrecidas y podridas, mientras que las demás raíces muestran lesiones grandes, profundas y negras. El marchitamiento *Fusarium* es ocasionado por un hongo nacido en el suelo que afecta los elementos vasculares o conductivos del tallo, causando un típico achaparramiento lateral, amarillamiento y marchitamiento. Otro hongo

nacido del suelo es el causante de la pudrición por el pie de los tallos de semilla, atacando las plantas cerca de la línea del suelo y originando una descomposición parda y blanda que circunda la base del tallo. En esta última enfermedad las raíces pueden permanecer blancas o descomponerse hasta después de un tiempo considerable.

El nudo de la raíz, una enfermedad de climas más cálidos provocada por nemátodos, se caracteriza por la aparición de agallas hinchadas, esféricas o de forma irregular en todo el sistema de raíces y cuyo tamaño varía desde 1 mm hasta algunos centímetros de largo. Pueden estar tan apretujadas, que en ocasiones dan la impresión de ser una sola agalla, hinchada y alargada.

El marchitamiento bacteriano o de Grainville se ve favorecido por temperaturas cálidas y húmedas, y su primer sír'oma lo constituye el marchitamiento de una o algunas hojas durante la tarde. El marchitamiento empeora con el tiempo, y las hojas se tornan de un verde claro, pasando después a amarillo. Finalmente todas las hojas mueren, aunque permanecen casi siempre unidas al tallo. Generalmente, el tejido vascular y el meollo se encuentran de un color marrón cuando el tallo es cortado. Si se coloca en agua un corte de tallo que contenga tejido vascular, se verá cómo del área infectada surgen hilillos de bacterias, que son de un color blanco lechoso.

El sarpullido es una enfermedad bacteriana de las hojas que se manifiesta tanto en el cuadro de siembra como en las plantaciones, y a la cual favorecen los climas húmedos y las lluvias intensas. Se caracteriza por la aparición de manchas circulares, pálidas y amarillentas de 6 mm de diámetro cuyo centro es seco y de color pardo rojizo, y rodeadas de un halo característico que alcanza los 25 mm de diámetro o más.

El moho azul constituye la más importante enfermedad de las hojas ocasionada por hongos en temperaturas frías, mientras que la mancha parda y el ojo de sapo lo son en temperaturas más cálidas. Todas se ven propiciadas por una abundante humedad atmosférica. El moho azul aparece en los tallos de semilla y en las plantas de sembradíos causando deformaciones en las hojas o reduciéndolas a forma acopada; aparecen manchas amarillas que se tornan pardas y cuyo tejido muere en el anverso, mientras que en el reverso se nota el moho azul felpudo de diagnóstico. La infestación del hongo causante de la mancha parda se ve en realidad propiciada por las temperaturas moderadas. La lesión típica de la mancha parda

que aparece en plantas de sembradíos consiste en una mancha circular, profunda y parda, cuyo centro es tejido muerto, con anillos concéntricos rodeados de un halo de tejido amarillo. Estas lesiones son generalmente de 0.5-4 cm de diámetro. El halo no se presenta en todos los casos y es menos definido que el que produce el sarpullido. Las manchas del ojo de sapo son comúnmente de 2-15 mm de diámetro, y aparecen más frecuentemente en el sembradío que en el cuadro, y pueden recordar las lesiones provocadas por la mancha parda, pero con la característica de tener una zona central muerta, delgada y de color blanco o gris, que se halla rodeada de un borde más oscuro. Con frecuencia pueden observarse manchas negras diminutas en los centros de estas lesiones, que son producto de la esporulación fungosa. El hongo del ojo de sapo también origina manchas verdes en las hojas curadas. La antracnosis puede suscitarse en los sembradíos, pero es posiblemente más común en los cuadros de siembra durante o después de temperaturas húmedas. Las lesiones son pequeñas, hasta de 3 mm de diámetro, y consistentes en manchas blancas, inicialmente saturadas de agua y resecaándose después, y ocasionalmente mostrando un borde más oscuro. La roya polvorienta o moho blanco se ve favorecida por los climas templados y no requiere de humedad excesiva. Se caracteriza por plaquetas blanco-grisáceas, polvosas y afelpadas, que frecuentemente se convierten en lesiones de tejidos muertos y de color pardo.

El tabaco es susceptible a numerosas enfermedades virulentas que hacen aparecer síntomas en sus hojas, los cuales describe en forma parcial el nombre de cada enfermedad. El mosaico, la más común de las enfermedades virulentas, origina zonas jaspeadas en tonalidades verde claro y verde oscuro, siendo más visibles en las hojas jóvenes. Entre las otras enfermedades virulentas temibles pueden citarse el agua fuerte, el vencejo de los conductos, el encarrujamiento de las hojas y la mancha circular.

El ozono atmosférico, el anhídrido sulfuroso y el anhídrido de nitrógeno pueden causar daños graves a las hojas del tabaco cuando se cultiva cerca de zonas industriales o de sitios con intenso tráfico de vehículos a base de combustión de gasolina. El síntoma más común es el de pequeños puntos o manchas de tejido muerto. Esta afección no cubre los síntomas de desórdenes nutricionales, como tampoco las enfermedades antes descritas, en virtud de que son muy parecidos a los de las demás plantas.

Las enfermedades del tabaco se controlan

total o parcialmente mediante ciertas prácticas de cultivo, el empleo de variedades resistentes y con auxiliares químicos. Contribuyen también de manera muy importante la producción de tallos de semilla sanos en cuadros de siembra esterilizados, la pronta eliminación de tallos y otros desperdicios después de la cosecha, y las rotaciones de cultivo que incluyan al tabaco sólo una vez cada 3 ó 5 años. El sarpullido en los cuadros de siembra puede ser controlado por medio de aspersores que contengan ciertos compuestos químicos derivados del cobre y estreptomycin. El moho azul y la antracnosis en los cuadros de siembra puede controlarse con polvos o aspersores que contengan zineb, maneb o ferbam. El tabaco en rotación deberá seguir a los cultivos de maíz, granos pequeños, sorgo o mijo. Debe evitarse incluir en tales rotaciones al cacahuete, al igual que a parientes del tabaco como los tomates, patatas y pimientos. Pueden limitarse los brotes de la descomposición negra de la raíz manteniendo el pH del suelo bajo 5.6. Ciertos compuestos químicos de usos múltiples son auxiliares en el control de las enfermedades de las raíces, particularmente cuando se utilizan en conjunción con variedades resistentes.

En años recientes se han producido variedades de tabaco que son resistentes a una o más de las siguientes enfermedades: la caña negra, la descomposición negra de la raíz, el marchitamiento *Fusarium*, el nudo de la raíz, el marchitamiento bacteriano, el sarpullido, el moho azul, la roya polvorienta y el mosaico. Empero, las variedades resistentes a muchas de estas enfermedades sólo se consiguen de determinado tipo de tabaco.

### *Insectos*

Las plagas principales de insectos que infestan al tabaco varían considerablemente en todo el mundo al igual que los daños que provocan, ya que pueden ser desde lesiones pequeñas hasta la total devastación del cultivo si no se toman las medidas de control pertinentes. Además, las características de los insectos que se desarrollan en los viveros suelen ser diferentes de las de los que se encuentran en las plantaciones. Sin embargo, con una sanidad mediocre en el vivero, algunas de estas plagas, especialmente la de la pulga alada (*Epitrix* spp.), los áfidos, la polilla del tubérculo de la patata (*Gnorimoschema operculella*) pueden ser transportadas a la plantación, agravando los problemas de control.

Algunas especies de *Heliothis*, de la familia de los lepidópteros, atacan al tabaco. La *H.*

*armigera* ha sido consignada por la mayoría de las zonas tabacaleras del mundo; no obstante, la *H. virescens*, gusano del brote de tabaco, es la especie más corriente en los Estados Unidos. Estas polillas color desvaído tienen un despliegue de alas de 28 mm, y son activas fundamentalmente de noche, depositando sus huevos en las hojas del tabaco. La larva recién salida del cascarón emigra al brote vegetativo del cual se alimenta durante 6 ó 7 días. Conforme la planta se desarrolla, los pequeños orificios hechos por la larva se magnifican al grado que la planta parece desgarrada, aunque la aparente pérdida de tejidos es engañosa ya que las hojas, después de curadas, han perdido un mínimo de peso. No obstante, en una infestación intensa, el brote puede ser destruido haciéndose necesario confiar en un retoño que sustituya el brote vegetativo original. Generalmente, no se justifica un tratamiento a menos que el 10% de las plantas o más se encuentren infestadas. Cuando las larvas se alimentan en el brote están a salvo de la acción del insecticida, haciendo difícil el control. Se obtiene un mejor control mezclando el insecticida con harina de maíz gruesa y depositando una pequeña cantidad dentro del brote. La larva abandona el brote para alimentarse de esta carnada, y muere. Se puede ejercer control sobre los gusanos de los brotes con el uso de *Bacillus thuringiensis*, tricolorfon, carbaryl, endosulfan o monocrotofos.

Durante muchos años, el gusano cornudo del tabaco, *Manduca sexta*, ha constituido la plaga más grave en las plantaciones de los Estados Unidos, debido a su voraz apetito y a su habilidad para destruir plantaciones enteras de tabaco. Esta gran polilla es gris con seis manchas grandes anaranjadas en ambos lados de su abdomen y tiene una amplitud de alas de 10 cm. Es también de hábitos nocturnos y deposita sus huevos en el tercio superior de la planta. La larva cuenta con un cuerno prominente que se proyecta hacia arriba del centro y mide 10 cm de largo cuando alcanza su máximo desarrollo. Se justifica un tratamiento cuando el 10% de las plantas o más tienen gusanos cuyo tamaño sea de 2.5 cm o mayor.

Los mismos materiales que se citaron para la *Heliothis* son eficaces contra el gusano cornudo y deberán concentrarse, bien sea en polvos o en aspersores, en el tercio superior de la planta. Pueden también controlarse retirándolos a mano. Otra especie, la *Manduca quinquemaculata*, gusano cornudo del tomate, es de apariencia y de hábitos similares a los del gusano cornudo del tabaco, pero es más frecuente en climas más fríos, tales como el de

Canadá. Ambas especies se encuentran únicamente en América del Norte y en América del Sur.

La *Prodenia litura* es una especie nocturna del Viejo Mundo, originaria del Este Medio, de la India y de Australia. Las polillas son de color pardo desvaído y la hembra deposita sus huevos en montículos de 100 o más, cubriéndolos con escamas de su cuerpo. Las larvas son comedoras voraces y, en determinadas zonas, han mostrado resistencia a varios insecticidas comunes. Sin embargo, se ha observado que el *Bacillus thuringiensis* continúa siendo eficaz.

Varios tipos de agrotis pueden originar plagas graves, debido a su hábito de alimentarse de los tallos de plantas jóvenes cerca de la superficie del suelo, provocando su muerte. Los adultos son de tamaño parecido al de las polillas *Heliothis*, y sus alas son grises y moteadas. El tricolorfon combinado con salvado de trigo y esparcido sobre el sembradío antes del trasplante, proporcionará un control efectivo.

Otro insecto lepidóptero que ataca el tabaco en determinadas zonas es el gusano tubular de la patata, *Gnorimoschema operculella*. La pequeña larva se alimenta de la hoja, de la nervadura media o del tallo. El azinfosmetul, el endosulfán o el carbaryl pueden emplearse mediante aspersores o como polvos.

Entre los coleópteros se encuentran varias *Epitrix* spp. o pulgas aladas, que pueden encontrarse en América del Norte y en América del Sur. Los adultos miden tan sólo 1.6 mm de largo y brincan al ser molestados. Causan perforaciones diminutas en la hoja, y las larvas penetran en las raíces y tallos de las plantas pequeñas. Las plantas recién sembradas pueden verse dañadas gravemente o muertas por unos cuantos de estos insectos; conforme avanza el cultivo, pueden desarrollarse en grandes cantidades y hacer decrecer los rendimientos. Como un tratamiento preventivo, el disulfotón, un insecticida integral, puede trabajarse dentro del cuadro de siembra durante la época de trasplante, con el fin de asegurar la disponibilidad de trasplantes sanos. De no haberse llevado a cabo este tratamiento preventivo, puede aplicarse paration en aspersor o como polvo. Ya en la plantación, pueden utilizarse materiales complementarios que se aplican con aspersores, p. ej., azinfosmetil, metomyl y monocrotofos.

Entre los hemípteros se halla el áfido del melocotón verde, *Myzus persicae*. En Rodesia, este áfido transmite enfermedades virales graves, conocidas como roseta y punta arremolinada. Aun cuando no involucre la transmisión de enfermedades, dicho áfido puede causar da-

ños cuando genera intensas reproducciones. Su alimentación constante de los jugos de las plantas origina maduración prematura; sus depósitos de cambios de piel y de secreción dulce reducen también la calidad de la hoja. El disulfotón, tal como se aplica en el cuadro de siembra para el control de las pulgas aladas, hará lo propio con estos áfidos. En la plantación, pueden aplicarse los siguientes productos con aspersores o como polvos: paration, malation, monocrotofos o endosulfán.

Otro hemiptero, la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, es común en Africa y en el Lejano Este. Este pequeño insecto crece en grandes cantidades en el reverso de la hoja y causa daños semejantes a los que provoca el áfido del melocotón verde. Se le ha asociado con la transmisión de una enfermedad que origina el encarrujamiento de las hojas. El malation y el paration pueden emplearse para su control.

Entre los tisanópteros, el *Thrips tabaci* constituye una plaga grave que causa grandes estragos en los países del Este y Sudeste europeo. No solamente liba los jugos de las plantas causando manchas plateadas en las hojas, sino que es responsable, además, de la transmisión del virus del marchitamiento moteado. Puede ser controlado con endosulfán, paration y metomyl.

De hacerse necesario almacenar el tabaco curado durante cualquier lapso de tiempo, puede llegar a infestarse con el escarabajo del cigarrillo, *Lasioderma serricorne*, o con la alella del tabaco, *Ephesia elutella*. Si las infestaciones son leves puede escogerse y destruirse el tabaco infestado. Las infestaciones graves de ambos insectos pueden controlarse mediante fumigación con una bolsa plástica de aire comprimido que contenga bromuro metílico. Si las instalaciones del almacén contienen bastante aire comprimido, se puede prevenir la reinfestación colgando tiras de resinas de diclorvos, 1 por cada 28.3 m<sup>3</sup> de espacio.

El paration, azinfosmetil, endosulfán, metomyl, monocrotofos, disulfotón y el bromuro metílico son extremadamente tóxicos, por lo cual deberán ser utilizados únicamente por personas capaces de leer y seguir las precauciones que aparecen en la etiqueta. No deberán emplearse determinados tipos de insecticidas a causa de sus residuos excesivos. Estos incluyen el DDT, TDE, arsénicos, toxafeno, hexaclorido de benzeno, lindane, aldrine, dieldrine, heptacloro, estrobane, clordane o endrine. Si estos se emplean en cultivos adyacentes, habrá que tener cuidado de evitar el acarreo hacia la plantación de tabaco. El tabaco no deberá de ser cultivado en rotación con

ningún cultivo en que se emplee hexaclorido de benzeno, puesto que sus residuos en el suelo pueden producir un sabor desagradable.

Habrán de usarse los insecticidas sólo como un recurso, para evitar (1) gastos superfluos; (2) riesgos para el aplicador y otros trabajadores; (3) residuos en las hojas curadas; (4) la muerte de insectos benéficos; y (5) la contaminación del ambiente. De requerirse algún tratamiento durante la cosecha, el material habrá de ser aplicado inmediatamente después de la preparación, más bien que antes de ella, con objeto de reducir la exposición de los trabajadores.

Cuando sólo se trata de exterminar insectos lepidópteros, es muy conveniente el empleo de *B. thuringiensis*, ya que es esencialmente inofensiva al hombre y a los insectos benéficos. Si, en determinadas zonas, los insectos benéficos no son suprimidos, con los insecticidas, serán valiosos auxiliares en el control de muchos tipos de plagas.

Diversas prácticas de cultivo pueden ayudar grandemente en el control de insectos que atacan al tabaco. Estas incluyen la destrucción de todos los residuos de cosechas anteriores inmediatamente después de la recolección, con el fin de dejar sin alimento a las generaciones futuras, extirpando las raíces y desinfectando el suelo posteriormente. Estas prácticas ayudarán también al control de nemátodos y de enfermedades bacterianas. Las edificaciones en que el tabaco se manipula o almacena temporalmente, deberán mantenerse libres de desperdicios cuando no estén en uso para evitar la aparición de insectos que atacan el tabaco curado. El tabaco no deberá ser almacenado cerca de alimentos, granos, semillas u otros materiales que pudieran estar infestados. Asimismo, deberán evitarse los insectos huéspedes cerca de los viveros y plantaciones de tabaco tanto como sea posible, con el fin de prevenir el surgimiento e introducción de plagas en ambos sitios. El mantener intacto el revestimiento de los viveros constituirá una ayuda valiosa, ya que frenará las infestaciones. La producción de tallos de semilla libres de insectos prevendrá el traslado de plagas a la plantación en la temporada de trasplante.

#### *Cortado de las puntas de las plantas*

Para la producción de tabaco comercial, resulta esencial el cortar los capullos de flores. Esto se efectúa cortando las puntas de las plantas cerca de la tercera hoja que se encuentra debajo de los capullos de flores. Esto obliga a la planta a retener toda la sustancia en las hojas,

en vez de utilizarla para la floración y en la producción de simiente. El resultado son hojas más grandes, más gruesas y más oscuras, que maduran más pronto y de manera más uniforme. El cortado deberá realizarse cuando cerca de la mitad de las plantas muestren capullos, y habrá que dejar de 15 a 20 hojas en cada planta.

### **Cosecha**

La cosecha se verifica mediante dos métodos, la recolección individual de las hojas conforme vayan madurando, o cortando el tallo completo junto con las hojas. En el primer método, las 4 ó 6 hojas inferiores se recolectan luego que los capullos de simiente aparecen, y se hace lo propio con las hojas restantes a intervalos de una semana, durante las 4 ó 6 semanas subsecuentes, cuando hacen su aparición manchas amarillas en las hojas. Esta recolección individual de hojas suele denominarse "preparado", ya que cada hoja se recolecta cuando ha madurado plenamente. Las hojas se atan en estacas (listones), de un metro o metro y medio de largo, pasando una cuerda a través de la base de cada hoja o atándolas alrededor de este sitio en grupos de 2 a 5, e incorporándolas a ambos extremos de la estaca. Estas estacas son manipuladas adecuadamente bajo edificaciones o cobertizos de curado.

En el segundo método, las plantas son cortadas, y una estaca las atraviesa por la base, de modo que 6 u 8 tallos ocupen la estaca. Son entonces transportadas al cobertizo de curado, y colgadas (de cabeza) con espaciamiento suficiente para facilitar una buena ventilación.

### **Curado**

El proceso de curado reviste de gran importancia en la producción de tabaco comercial. Algunos de los mismos procesos que tienen lugar durante la maduración, se continúan durante las primeras etapas del curado, pero más apresuradas debido a la deshidratación de la hoja. Inicialmente, hay una rápida destrucción de la clorofila y cambios en los componentes de la hoja que están asociados con la respiración. La lámina de la hoja así como el tallo son secados durante las etapas finales. El objetivo es el de producir un producto secado que pueda ser almacenado, manipulado y vendido. El proceso varía de acuerdo con el tipo de tabaco que se esté produciendo. Empero, un período de "ordenamiento" con temperaturas bajas y humedad elevada habrá de seguir, de manera que el contenido final de humedad de la hoja

sea restaurado en un 20 ó 25% de su peso. Este es el contenido de humedad requerido para que las hojas sean flexibles al ser elegidas y manipuladas, y para fomentar una fermentación deseable en fardos o en barriles durante el largo período de almacenaje que precede generalmente la manufactura final del tabaco, cuando éste se convierte en productos que serán vendidos al consumidor.

### **Curado al aire**

El curado al aire se practica ampliamente en los trópicos. Este tabaco es semejante al burley en cuanto a la temperatura de sus zonas de cultivo, pero su color final, sea rubio u oscuro, dependerá de la variedad empleada, es decir, verde o burley. El curado al aire se verifica en edificaciones o cobertizos especialmente diseñados, que puedan mantenerse cerrados durante la noche y bien ventilados durante el día. No se emplea calor, salvo durante los prolongados períodos de temperatura húmeda, cuando se encienden fogatas con madera sobre pisos térreos. Las estacas con hojas se encuentran suspendidas en varias hileras sucesivas, espaciadas para proporcionar ventilación apropiada dentro del cobertizo. Los tabacos para cigarrillos son cortados junto con el tallo, y curados al aire de manera similar a los demás tipos oscuros.

El secado al sol se verifica en regiones tropicales que cuenten con largos períodos de sequía y con clima soleado durante la cosecha. Sin embargo, la calidad de este tabaco es variable y no es tan comercial como otros tipos, particularmente para cigarrillos. El tabaco curado al sol es normalmente para consumo local.

### **Curado humeral para tabacos rubios**

Este método se utiliza para acelerar las etapas iniciales del curado y, posteriormente, para complementar el secado rápido de las hojas mientras éstas conserven un color amarillo claro. El material para este tipo de curado deberá haberse cultivado con fertilización limitada de nitrógeno, con el fin de producir un color verde claro en las hojas. Para apresurar el secado y eliminar etapas del curado, se utiliza una caldera para generar calor, la cual está equipada con un tubo de lámina de hierro que se extiende al través del cobertizo para distribuir el calor de manera uniforme. Se lleva a cabo un control de la temperatura y de la humedad con una vigilancia constante de, cuando menos, cada hora. El tabaco resultante de esta clase de curado es rubio, bajo en nicotina, y es

el tipo que se emplea predominantemente en mezclas para cigarrillos.

#### ***Curado al fuego***

Este método de curado permite que el tabaco se amarille y marchite en el cobertizo de curado, sin requerir calor en tres o cinco días; después, se encienden fogatas con madera sobre pisos térreos, conforme se vaya requiriendo, para mantener temperaturas de 35° C que completen el amarillamiento, a partir del cual las temperaturas se incrementan a 50° C hasta que las hojas hayan secado. El humo de las fogatas de madera dentro del cobertizo imparten al tabaco un olor y un gusto característico, por lo cual tiene gran demanda entre los fumadores de pipa. El contenido de nicotina es casi el mismo que el del tabaco oscuro curado al aire, y mucho más elevado que el del curado con humeros.

#### ***Mercadeo***

El tabaco se comercializa en base a la calidad específica de la hoja, y el color constituye solamente un factor. Por lo tanto, algunos tabacos oscuros son bajos en contenido de nicotina, mientras que otros son altos en nicotina. Los tabacos para cigarrillos curados con humeros son generalmente de color amarillo limón pálido, y son relativamente bajos en nicotina, mientras que el tabaco para cigarrillos curado al aire es de color marrón claro, y muy ade-

cuado para mezclas con los tipos curados con humeros. El color, la textura y el aroma son características importantes. La uniformidad interviene importantemente en el grado y en el precio. En términos generales, las preferencias actuales de los consumidores de tabaco han producido los precios más elevados para las envolturas de cigarrillos, seguidos por los tipos curados con humeros y los suaves curados al aire.

En ocasiones, el tabaco se prepara para su mercadeo inicial en forma de pacas (o fardos) de 15 a 30 kg de peso. Otros mercados aceptan la hoja de tabaco envuelta temporalmente en harpillera. Este tabaco deberá contener la suficiente humedad como para ser flexible y evitar fuertes pérdidas a causa de quebrantamientos. No obstante, se halla demasiado húmedo para ser almacenado por demasiado tiempo y para exportarse. Después de comprado, es frecuentemente trasudado o fermentado en apilamientos para completar el proceso iniciado durante el curado. La fermentación se induce por cambios químicos naturales de acción lenta, que tienden a incrementar las temperaturas hasta 35° ó 40° C, y causando pérdidas de 5 a 10% de materia seca, así como la reducción de fécula, azúcar, nicotina y de ciertos ácidos orgánicos, y originando el desarrollo del aroma agradable. La fermentación puede prolongarse durante un año o más, antes de la manufactura final que llegará al consumidor.

**REFERENCIAS SELECCIONADAS  
SOBRE  
PRODUCCION DE CULTIVOS EN  
LOS TROPICOS Y LOS SUBTROPICOS**

1. *Anónimo*  
"Guidelines for Weed Control", agosto de 1973, U. S. Department of Agriculture Handbook No. 7, lo surte el Superintendent of Documents, Government Printing Office, Wash., D.C.
2. *Bailey, L. H.*  
"Manual of Cultivated Plants", Revisado en 1949, The Macmillan Company, Nueva York.
3. *Coursey, D. G.*  
"Yams", 1967, Longmans, Green and Co., Ltd., Londres.
4. *Cresta, M., y W. A. Odendaal*  
"Amino Acid Content of Foods", 1970, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
5. *deGeus, Jan G.*  
"Fertilizer Guide for the Tropics and Subtropics", 1973, Centre D'Etude De L'Azote, Zurich, Suiza (2a. edición).
6. *Dempsey, James M.*  
"Plant Fibers", 1974, University of Florida Press, Gainesville, Florida.
7. *DeWilde, John C.*  
"Development of Africa", Vol. I., 1967, Johns Hopkins Press, Baltimore.
8. *Elliott, Fred C., Marvin Hoover, y Walter K. Porter Jr. (editores)*  
"Advances in Production and Utilization of Quality Cotton: Principles and Practices", 1968, Iowa State University Press, Ames, Iowa.
9. *Grist, D.H.*  
"Rice", 1965, Longmans, Green and Co., Ltd., Londres.
10. *Holleman, L. W. J., y A. Aten*  
"Processing of Cassava and Cassava Products in Rural Industries", FAO Agricultural Development Paper No. 54, 1956, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
11. *Hubbell, Donald S.*  
"Tropical Agriculture; an Abridged Field Guide", 1965, Howard W. Sams International Corporation, Kansas City, Missouri.
12. *Kirby, R. H.*  
"Vegetable Fibers", 1963, Leonard Hill, Ltd., Londres.
13. *Leung, Woot-Tsuen Wu, R. K. Pecot y B. K. Watt*  
"Composition of Foods Used in Far Eastern Countries" Agricultural Handbook No. 34, 1952, Agricultural Research Administration, U. S. Department of Agriculture, Wash., D. C.
14. *Lock, G. W.*  
"Sisal", 1962, Longmans, Green and Co., Ltd., Londres.
15. *Macmillan, H. F.*  
"Tropical Planting and Gardening", 1964, Macmillan and Co., Ltd., Nueva York.
16. *Martin, J. K., y W. H. Leonard*  
"Principles of Field Crop Production", 1949, The Macmillan Company, Nueva York.

17. *McLaughlin, F. M.*, Editor  
 "African Food Production System; Cases and Theory", 1970, Johns Hopkins Press, Baltimore.
18. *Mortensen, E.*, y *E. T. Bullard*  
 "Handbook of Tropical and Subtropical Horticulture", Revisado en 1970, Agencia de los E.U.A. para el Desarrollo Internacional, Wash., D. C.
19. *Ochse, J. J.*, *M. J. Soule*, *M. J. Dijkman*, y *C. Wehlburg*.  
 "Tropical and Subtropical Agriculture", 2 volúmenes, 1961, The Macmillan Company, Nueva York.
20. *Robinson, B. B.*, y *Falba L. Johnson*  
 "Abaca, A Cordage Fiber", Miscellaneous Publication No. 32, 1951, Agricultural Research Administration, U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C.
21. *Simmonds, N. W.*  
 "Bananas", 2a. Ed., 1966, Longman Group, Ltd., Londres.
22. *Stapley, J. H.* y *F. C. H. Gayner*  
 "World Crop Protection", Volumen I. 1969, Chemical Rubber Company Press, Cleveland, Ohio.
23. *Tindall, H. D.*, y *Florence A. Sai*  
 "Fruits and Vegetables in West Africa", 1965, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
24. *Webster, C. C.*, y *P. N. Wilson*  
 "Agriculture in the Tropics", 1966, Longmans, Green and Co., Ltd., Londres.
25. *Wellman, Fredrick L.*  
 "Tropical American Plant Diseases", 1972, The Scarecrow Press Inc., Metuchen, Nueva Jersey.
26. *Whyte, R. O.*, y *H. C. Trumble*  
 "Legumes in Agriculture", 1953, FAO Agricultural Studies No. 21, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
27. *Winter, H. F.*, y *G. W. Miskimen*  
 "Vegetable Gardening in the Caribbean Area", Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, Wash., D. C.
28. *Wrigley, Gordon*  
 "Tropical Agriculture; The Development of Production", 1969, Fredric A. Praeger, Nueva York.

## FACTORES DE CONVERSION

*Sistema inglés  
E.U.A.*

*Sistema métrico*

### LONGITUD

0.394 pulgada, in	=	1 centímetro, cm
1 pulgada, in	=	2,54 centímetros, cm
1 pie, ft	=	0.305 metro, m
3.28 pies, ft	=	1 metro, m
1.094 yardas, yd	=	1 metro, m
1 yarda, yd (36 in)	=	0.914 metro, m
0.621 milla, mi	=	1 kilómetro, km
1 milla, mi	=	1.61 kilómetro, km

### SUPERFICIE

0.155 pulgadas cuadradas, in <sup>2</sup>	=	1 centímetro cuadrado, cm <sup>2</sup>
1 pulgada cuadrada, in <sup>2</sup>	=	6,45 centímetros cuadrados, cm <sup>2</sup>
10.76 pies cuadrados, ft <sup>2</sup>	=	1 metro cuadrado, m <sup>2</sup>
1 pie cuadrado, ft <sup>2</sup>	=	0.093 metro cuadrado, m <sup>2</sup>
1.196 yardas cuadradas, yd <sup>2</sup>	=	1 metro cuadrado, m <sup>2</sup>
1 yarda cuadrada, yd <sup>2</sup>	=	0.836 metro cuadrado, m <sup>2</sup>
2.471 acres, acre	=	1 hectárea, ha
1 acre (43,560 ft <sup>2</sup> )	=	0.405 hectárea, ha
0.3861 milla cuadrada, mi <sup>2</sup>	=	1 kilómetro cuadrado, km <sup>2</sup>
1 milla cuadrada, mi <sup>2</sup>	=	2.590 kilómetros cuadrados, km <sup>2</sup>
1 mi <sup>2</sup> (640 acres)	=	256 hectáreas, ha

### VOLUMEN

0.061 pulgada cúbica, in <sup>3</sup>	=	1 centímetro cúbico, cm <sup>3</sup>
1 pulgada cúbica, in <sup>3</sup>	=	16.387 centímetros cúbicos, cm <sup>3</sup>
1.057 cuartos, qt (liquid)	=	1 litro, l
0.908 cuarto, qt (dry)	=	1 litro, l
1 cuarto, qt (liquid)	=	0.946 litro, l
1 cuarto imperial británico	=	1.136 litros, l
2.838 bushels, bu	=	1 hectolitro, hl
1 bushel, bu	=	0.352 hectolitro, hl
3.532 pies cúbicos, ft <sup>3</sup>	=	1 hectolitro, hl
1 pie cúbico, ft <sup>3</sup>	=	0.2832 hectolitro, hl
0.973 acre-pulgada	=	100 metros cúbicos, m <sup>3</sup>
1 acre-pulgada	=	102.8 metros cúbicos, m <sup>3</sup>

### MASA

0.0353 onza, oz	=	1 gramo, g
1 onza, oz	=	28.349 gramos, g
2.204 libras, lb	=	1 kilogramo, kg
1 libra, lb	=	0.454 kilogramo, kg ó 453.6 gramos, g
220.46 libras, lb	=	1 quintal, q
1 libra, lb	=	0.00454 quintal, q
2204.6 libras, lb	=	1 tonelada métrica
1.102 toneladas cortas (de 2000 lb)	=	1 tonelada métrica
1 tonelada corta (2000 lb)	=	0.907 tonelada métrica
0.984 tonelada larga (de 2240 lb)	=	1 tonelada métrica
1 tonelada larga (2240 lb)	=	1.016 toneladas métricas

### RENDIMIENTO O PROPORCION

0.892 libras/acre	=	1 kilogramo/hectárea
1 libra/acre	=	1.121 kilogramos/hectárea
0.892 hundred weight (100 lb)/acre	=	1 quintal (métrico)/hectárea
1 hundred weight (de 100 lb)/acre	=	1.121 quintales métricos/hectárea
bu/acre × lb/bu × 0.01121	=	quintales por hectárea, q/ha
0.446 tonelada corta/acre	=	1 tonelada métrica/hectárea
1 tonelada corta (2000 lb)/acre	=	2.242 toneladas métricas/hectárea

### TEMPERATURA

<i>Fahrenheit, F</i>		<i>Celsius o centígrados, C</i>
grados F	=	grados C × 9/5 + 32° ó 1.8C + 32
grados, F-32 × 5/9 ó .55556 (F-32)	=	grados, C
0°F	=	-17.8° C
32° F (Congelación)	=	0°C
70°F	=	21.1°C
98.6°F (temperatura corporal)	=	37.0°C

## INDICE

	Página		Página
Abacá .....	188	Bulbo, cebolla de .....	168
Adzuki, frijol .....	108	Cabuya .....	194
<i>Agave cantala</i> .....	194	Cacahuete o cacahuete .....	113
<i>Agave fourcroydes</i> .....	191	<i>Cajanus cajan</i> .....	97
<i>Agave latonae</i> .....	194	Calalu .....	150
<i>Agave sisalana</i> .....	191	Cambio de sistemas agrícolas .....	17
Agua, manejo del .....	24	Camote .....	161
Ajonjolí .....	124	<i>Canavalia ensiformis</i>	
Alado, frijol .....	108	<i>C. gradiata</i> .....	108
Algarroba africana .....	107	Cantala .....	194
Algarrobilla .....	107, 108	Cañaño de Manila .....	188
Algodón .....	172	Cañaño de Mauricio .....	194
<i>Allium cepa</i> .....	168	Cártamo .....	135
Almacenamiento (ver también cultivos en particular) .....	28	<i>Carthamus tinctorius</i> .....	135
Altramuz blanco, amarillo, azul y "dulce" .....	108	Cassava .....	153
Altramuz dulce .....	108	Catján .....	97
Alubia .....	68	Caupí .....	73
Amarillo, altramuz .....	108	Cebada .....	64
Amarillo, ñame de Guinea .....	157	Cebolla .....	168
Ambiente .....	4	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> y <i>C. coccineum</i> .....	195
<i>Arachis hypogaea</i> .....	113	<i>Cicer arietinum</i> .....	77
Arrocero, frijol .....	108	Climas (ver también cultivos en particular) .....	4, 6
Arroz .....	30	Coco-ñame .....	150
Arroz de tierra alta .....	37	<i>Colocasia esculenta</i>	
Arroz de tierra baja .....	33	<i>C. antiquorum</i> .....	150
Arroz, referencias .....	41	Conservación (del agua) .....	19
Arveja .....	97	Conservación (del suelo) .....	24
Azul, altramuz .....	108	Control de insectos y enfermedades (ver también cultivos en particular) .....	27
Bambara, cacahuete .....	107	Control de malas hierbas (ver también cultivos en particular) .....	27
Banano .....	143	<i>Corchorus capsularis</i> y <i>C. olitorius</i> .....	178
Batata .....	161	Cosecha y secado (ver también cultivos en particular) .....	28
Belembé .....	150	Cush-cush, ñame .....	157
Bene, benne .....	124	<i>Cyamopsis tetragonolobus</i> .	
Blanco, altramuz .....	108	<i>C. psoraliodes</i> .....	107
Blanco, ñame de Guinea .....	157	Chícharo .....	102
<i>Boehmeria nivea</i> .....	185		
Bonavista .....	107		
Boniato .....	161		

## INDICE

	Página		Página
Chufa o bambara .....	107	Habarala .....	150
<i>Dioscorea</i> spp. (varias) .....	157	Habichuela .....	68
<i>Dolichos biflorus</i> ,		Habón .....	87
<i>D. bulbosus</i> .....	107	<i>Helianthus annuus</i> .....	129
<i>Dolichos lablab</i> .....	107	Henequén .....	191
<i>Echinochloa crusgalli</i>		<i>Hibiscus cannabinus</i> , <i>H.</i>	
var. <i>frumentacea</i> .....	56	<i>sabdariffa</i> var <i>altissima</i> .....	181
Eddoe .....	150	<i>Hordeum vulgare</i> .....	64
Elección de cultivos .....	22	Insectos, control de (ver también cultivos	
<i>Eleusine coracana</i> .....	56	en particular) .....	27
Enfermedades, control de (ver también		Ipomoea batatas .....	161
cultivos en particular) .....	27	Jacinto, frijol .....	107
Ensiforme, frijol .....	108	Judía .....	68
Faba .....	87	Kenaf .....	181
Fertilización (ver también cultivos en		<i>Kerstingiella geocarpa</i> .....	107
particular) .....	22	Kersting, chufa de .....	107
Fibra (algodón) .....	172	Khessari .....	107, 108
Frijol ojo de caballo .....	108	Leguminosas alimenticias secundarias .	107
Frijol de soya .....	119	Limpieza (tierra) .....	22
Frijol ñame africano .....	108	Lunu .....	168
Gabi .....	150	<i>Lupinus albus</i> , <i>L. angustifolius</i> y <i>L.</i>	
Gai rbo .....	181	<i>lutens</i> .....	108
Gandul .....	97	Llantén .....	143
Garbanzo .....	77	Lluvia, precipitación pluvial .....	6
Garbanzo de Bengala .....	77	<i>Macrotyloma uniflorum</i> .....	107
Garbanzo de la India .....	92	Madagascar, nuez de .....	107
Garbanzo verde .....	92	Maíz .....	42
Garbanzuelo .....	107, 108	Makusta .....	107
Girasol .....	129	Malanga .....	150
<i>Glycine max.</i> .....	119	Malas hierbas, control de (ver también	
<i>Gossypium</i> spp. .....	172	cultivos en particular) .....	27
Guacamote .....	153	Mandioca .....	153
Guar .....	107	Mandioca, frijol .....	108
Guisante de campo o huerto, o de vaina		Maní, nuez .....	113
comestible .....	102	<i>Manihot esculenta</i> .....	153
Guisante de pichón o Angola .....	97	Manila, cáñamo de .....	188
Guisante del sur .....	74	Mash (pirol) .....	96
Guisante, pasto y de olor .....	107	Mazagan .....	87
Haba .....	87	Mesta (meshta) .....	181
Haba caballuna o panosa .....	108	Mezclas de cultivos .....	19
Haba de Windsor .....	87	Mijo .....	56
		Mijo común .....	56

## INDICE

	Página		Página
Mijo de junco .....	56	Plaguicidas, uso de (ver también cultivos en particular) .....	27
Mijo digital .....	56	Plátano para postre .....	143
Mijo japonés .....	56	Pomme de terre .....	164
Mijo ramoso .....	56	Poroto .....	68
Mongo, moong .....	92	Prácticas de cultivo (ver también cultivos en particular) .....	26
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilitus</i> , <i>M. sloanet</i> .....	108	Preparación de la tierra (ver también cultivos en particular) .....	22
Mung .....	92	Producción de cultivos (principios) .....	21
<i>Musa</i> spp .....	143	Proteína (ver también cultivos en particular) .....	2
<i>Musa textilis</i> .....	188	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i> .....	108
Necesidades alimenticias .....	1	Ramio, ramina .....	185
<i>Nicotiana tabacum</i> (y <i>N. rustica</i> ) .....	198	Ramio (fibra) .....	185
Nuez de Madagascar .....	107	Rendimiento .....	21
Nuez de tierra .....	113	<i>Ricinus communis</i> .....	139
Nutrición (ver también cultivos en particular) .....	2	Roselle .....	181
Ñame .....	157	Semilla, producción y distribución (ver también cultivos en particular) .....	26
Ñame mayor asiático .....	157	Sésamo .....	124
Ñame menor asiático .....	157	<i>Sesamum indicum</i> .....	124
Ñame mexicano, frijol .....	108	<i>Setaria italica</i> .....	56
<i>Pachyrrhizus erosus</i> , <i>P. tuberosus</i> .....	108	Sim-sim .....	124
<i>Panicum miliaceum</i> , <i>P. ramosum</i> .....	56	Sisal .....	191
Panizo, mijo italiano .....	56	Sistemas agrícolas .....	17
<i>Pannisetum typhoides</i> .....	56	Soja .....	119
Papa .....	164	<i>Soja max</i> .....	119
Papa dulce .....	161	<i>Solanum</i> spp. ....	164
Papa, frijol .....	108	<i>Sorghum bicolor</i> .....	49
Papa ñame .....	157	Sorgo .....	49
Pápoula-de-sao-francisco .....	181	Soya .....	119
<i>Parkia</i> ssp. ....	107	<i>Sphenostylis stenocarpa</i> .....	108
Pasto (hierba) de China .....	185	Stokroos .....	181
Patata .....	164	Suelos, grupos de .....	7
Pelitre .....	195	Suelo y agua, manejo de .....	24
<i>Phaseolus acotifolius</i> .....	107	Tabaco .....	198
<i>Phaseolus aureus</i> .....	92	Talla .....	150
<i>Phaseolus calcaratus</i> .....	108	Tania, tanier .....	150
<i>Phaseolus lunatus</i> .....	108	Tapioca .....	153
<i>Phaseolus radiata</i> .....	92	Taro .....	150
<i>Phaseolus vulgaris</i> .....	68	Tecnología .....	3
Pirol veloso .....	96	Terciopelo, frijol .....	108
Pistache .....	113	Tic, frijol .....	87
<i>Pisum sativum</i> .....	102	Transporte de cultivos .....	3

## INDICE

	Página		Página
Trigo .....	60	<i>V. sesquipedalis</i> .....	73
<i>Triticum aestivum</i> y <i>T. turgidum</i> .....	60	<i>V. sinensis</i> .....	73
Tur .....	97	<i>V. umbellata</i> .....	108
Urd .....	96	<i>V. unguiculata</i> .....	73
Urd, frijol de .....	96	var. <i>sesquipedalis</i> y	
Urid .....	96	var. <i>cylindrica</i> .....	
Variedades (ver también cultivos en particular) .....	25	<i>Voandzeia subterranea</i> .....	107
Vegetación, zonas de .....	7	Windsor, frijol .....	87
Veza (varios tipos) .....	108	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	
<i>Vicia faba</i> .....	87	<i>X. atrovirens</i> , <i>X. brasiliense</i> ,	
<i>Vicia</i> spp. ....	108	<i>X. violascens</i> .....	150
<i>Vigna</i> spp.		Yuca .....	153
<i>V. acutifolia</i> .....	107	Yute .....	178
<i>V. angularis</i> .....	108	Yute bimlipatam (o bimli) .....	181
<i>V. carinata</i> .....	108	Yute de Java .....	181
<i>V. catjang</i> .....	73	Yute de Thai .....	181
<i>V. cylindrica</i> .....	73	Yute siamés .....	181
<i>V. mungo</i> .....	96	<i>Zea mays</i> .....	42
<i>V. radiata</i> .....	92		