

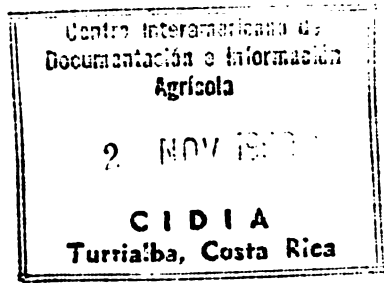
**Serie Técnica  
Informe Técnico No. 152**

**4 GUIA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL  
CULTIVO DE MAIZ**

**CATIE. Proyecto Regional  
Manejo Integrado de Plagas**

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE  
Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales**

**Turrialba, Costa Rica  
1990**



**GUIA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL  
CULTIVO DE MAIZ**

# Contenido

Presentación .....	IX
Reconocimientos.....	XI
Preámbulo .....	XIII
<b>1. INTRODUCCION AL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bases ecológicas del manejo integrado de plagas .....	1
1.2 Bases económicas del manejo integrado de plagas .....	5
1.3 Bases sociales del manejo integrado de plagas.....	6
1.4 Fundamentos del manejo integrado de plagas .....	6
El agroecosistema.....	6
El control natural .....	7
Biología y ecología de los organismos.....	7
El cultivo como enfoque central.....	7
El muestreo y uso de umbrales económicos .....	7
Efectos secundarios de la fitoprotección.....	7
1.5 Estrategias usadas en el manejo integrado de plagas.....	8
1.6 Tácticas usadas en el manejo integrado de plagas.....	8
Control biológico.....	8
Control fitogenético.....	9
Prácticas culturales .....	9
Controles mecánicos y físicos.....	9
Medidas legales .....	9
Control autocida .....	9
Control etológico.....	9
Control químico.....	9
<b>2. EL CULTIVO .....</b>	<b>11</b>
2.1 Aspectos económicos .....	11
2.2 Crecimiento y desarrollo .....	12
Aspectos generales .....	12
Etapas fenológicas.....	14
Ecología del cultivo del maíz.....	15
<b>3. DIAGNOSTICO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS .....</b>	<b>17</b>
3.1 Diagnóstico socioeconómico .....	17
Importancia de los factores económicos en el control de plagas.....	17
Metodología.....	17
Información que se debe obtener .....	19
3.2 Diagnóstico de plagas.....	20

Plantas enfermas.....	24
Acaros e insectos.....	24
Malezas.....	25
Otras consideraciones.....	25
3.3 Diagnóstico de plagas del maíz.....	28
4. PLAGAS DEL CULTIVO.....	35
4.1 Prevención y manejo de plagas.....	35
Prácticas culturales.....	35
Control biológico.....	38
Control químico.....	38
4.2 Plagas invertebradas.....	38
Insectos.....	38
<i>Phyllophaga</i> spp. Larva: gallina ciega, joboto, chobote, orontoco.	
Adulto: mayate, ronrón, abejón, chicote.....	39
<i>Listronotus diétrichi</i> , gorgojo, picudo del tallo.....	41
<i>Diabrotica</i> spp., tortuguilla, vaquita.....	42
<i>Diatraea</i> spp., barrenadores del tallo, taladradores del tallo.....	42
<i>Mocis latipes</i> , langosta medidora, falso medidor.....	43
<i>Dalbulus maidis</i> , chicharrita del maíz, salta hoja, cigarrita.....	44
<i>Spodoptera frugiperda</i> , gusano cogollero, pelón, palomilla de maíz, gusano vainero.....	45
Hormigas.....	47
Plagas de grano almacenado.....	47
Acaros.....	48
Arañitas rojas.....	48
Moluscos: <i>Sarasinula plebeia</i> , babosa, ligosa.....	48
4.3 Patógenos.....	48
Hongos.....	49
<i>Diplodia maydis</i> , manchas foliares, pudrición de tallo, pudrición de mazorcas.....	49
<i>Fusarium moniliforme</i> y <i>F. graminearum</i> (estados imperfectos), <i>Giberella fujikuroi</i> y <i>G. zea</i> (estado perfecto), pudriciones de tallo, pudriciones de la mazorca.....	51
<i>Sclerophthora</i> (= <i>Sclerospora</i> ) <i>macrospora</i> , punta loca, cenicilla.....	51
<i>Helminthosporium turcicum</i> , <i>H. maydis</i> , tizón foliar y <i>Phyllachora maydis</i> , mancha de asfalto.....	52
<i>Puccinia sorghi</i> , roya común del maíz.....	52
<i>Physopella zea</i> , roya.....	52
Bacterias.....	53
<i>Erwinia carotovora</i> f.sp. <i>zea</i> , pudrición de la base del tallo.....	53
<i>Micoplasma</i> y <i>Espiroplasma</i> , enanismo arbustivo del maíz.....	53
<i>Epiroplasma</i> , achaparramiento del maíz.....	53
4.4 Malezas.....	55
Relaciones de las malezas con los cultivos.....	55
Biología y ecología de las malezas.....	55
El manejo de las malezas en maíz.....	56
Descripción de las principales malezas en maíz.....	62
<i>Bidens pilosa</i> , moriseco, amor seco, aceitilla.....	62
<i>Baltimora recta</i> , mirasol.....	63
<i>Melampodium divaricatum</i> , flor amarilla.....	64
<i>Portulaca oleraceae</i> , verdolaga.....	65

<i>Ipomoea</i> spp., campanita .....	66
<i>Rumex crispus</i> , lengua de vaca.....	67
<i>Amaranthus spinosus</i> , bledo.....	68
<i>Richardia scabra</i> , chiquizacillo .....	69
<i>Digitaria sanguinalis</i> , guardarocío .....	70
<i>Cynodon dactylon</i> , zacate bermuda, grama .....	71
<i>Eleusine indica</i> , pata de gallina, cola de gallo .....	72
<i>Pennisetum clandestinum</i> , kikuyo .....	73
· Manejo y control químico de las malezas en maíz .....	74
Dos malezas especiales .....	74
<i>Cyperus rotundus</i> , coyolillo, coquito, pimientilla .....	75
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> , caminadora, tuquito, zacate peludo .....	79
<b>BIBLIOGRAFIA SELECTA.....</b>	<b>83</b>

# PRESENTACION

El CATIE inició, a fines de 1984, su Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas, para realizar investigaciones encaminadas a desarrollar tecnología sobre manejo de plagas en algunos cultivos alimenticios, así como para dar capacitación y asistencia técnica a las instituciones del sector agrícola de los países de Centroamérica y Panamá.

Las **Guías de Manejo Integrado de Plagas** representan uno de los productos finales del Proyecto, en las que se resumen los resultados de las investigaciones en fitoprotección y manejo del cultivo, llevadas a cabo en Centroamérica y Panamá en los cultivos de chile, maíz, repollo y tomate. Al poner a disposición de las instituciones nacionales estas guías, el CATIE espera que constituyan instrumentos útiles de consulta para los técnicos y agricultores interesados por mejorar los sistemas de producción agrícola, especialmente en el manejo de las plagas de sus cultivos más importantes.

La elaboración de estas guías es un ejemplo de cooperación entre los técnicos de las instituciones nacionales y el esfuerzo y recursos de organismos regionales. Esta experiencia, tanto en la realización de la investigación como en la producción de las guías, permitirá dar seguimiento a este esfuerzo, no sólo en la labor de revisión y mejoramiento de las guías publicadas, sino también en la producción de guías en otros cultivos de interés para la región.

El CATIE está consciente de la necesidad de invertir mayores esfuerzos en el desarrollo de tecnologías para asegurar una producción agropecuaria sostenida, congruente con la preservación de los recursos naturales en la región. Este es un desafío que deben enfrentar tanto las instituciones de los países del área Centroamericana, como el CATIE.

*Joseph L. Saunders*  
*Coordinador*  
*Proyecto Regional de Manejo*  
*Integrado de Plagas*

## RECONOCIMIENTOS

Esta guía ha sido producida bajo los auspicios del Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas MIP, dentro de los términos del contrato 596-0110, celebrado entre el CATIE y la Agencia Internacional para el Desarrollo AID/ROCAP.

La guía fue preparada por el equipo del Proyecto Manejo Integrado de Plagas del CATIE.

### Ciencia de Malezas

Ramiro de la Cruz, Mario Pareja, Arnoldo Merayo,  
Gabriel von Lindeman, Mario Bustamante.

### Entomología

Joseph L. Saunders, Philip J. Shannon, Helga Blanco, Edgar  
Alvarado, Ronald Ochoa, Róger Meneses, Manuel Carballo, Peter  
M. Rosset, Daniel Coto, Helda Morales.

### Fitopatología

Elkin Bustamante, David Monterroso, José M. Jiménez, Joaquín  
Larios.

Nematología Nahúm Marbán.

Socioeconomía James B. French y Gustavo Calvo.

### Producción

Edición: José R. Quezada

Apoyo Editorial y Documentación: Orlando Arboleda y Laura Rodríguez

Coordinación y diseño de Producción: Humberto Jiménez Saa

Artes: Mauricio Argueta y Francisco Hodson

Digitación de Textos: Rita Herrera y Ghiselle Alvarado

Técnicos que participaron en las investigaciones realizadas en la región:

### Guatemala

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA: Elmer Barillas, Carlos Cajas, Federico Castillo, Enrique Cruz-Lam, Abelino Díaz, José Duarte, Carlos García, Marcio Ibarra, Rolando López, Juan Medina, Felipe Monroy, Arturo Morales, Julio Morales, Carlos Rodríguez, Julio Salazar, René Sandoval, Víctor Solano, Luis Soto, Adolfo Torres, Eladio Trabanino, Mar-

## XII

Ion Bueso, Raúl Menéndez, Rafael López. **Universidad de San Carlos de Guatemala:** Sergio Castillo, Ana Pacheco. **Dirección General de Servicios Agrícolas, DIGESA:** Arturo Villatoro.

### El Salvador

**Centro de Tecnología Agrícola, CENTA:** José Escobar, Jaime Bran, Santos Pastora, Miguel Salazar, Elsy de Hernández, José Mancía, Gloria Calderón, Julio Canénguez, Edgardo Mendoza, Celina Merino, Reyna de Serrano, Maritza Guido, Modesto Guerrero, José Zelaya, Jaime Ayala, Nilton Navas, Carlos Gil, Margarita Rodríguez, Hugo Barahona, Irma de Salazar, Rolando Ventura, Napoleón Carranza, Mardoqueo Arteaga, Pedro Saballos, Ricardo Ortiz, Saúl Contreras, Carlos García, Víctor Rodríguez, Carlos Caballero, Carlos Arias.

### Honduras

**Secretaría de Recursos Naturales:** Ernesto Ferrera, Luis Peñalba, René Ochoa, Harry Rittenhouse, Irinaldo Donaire, Juan Valladares, Félix Evo, Marco Cáceres, Rutilio Ocampo, Osmedy Cerna, Justo Martínez, Santiago Rodríguez, Alejandro Colindres, Justiniano Díaz, Eliseo Navarro, Roberto Moreno, Gustavo Araujo, Emily de Vásquez, Luis Zúñiga. **Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico, CURLA:** José López, René Rodríguez, Salvador Oseguera, Elías Prudot, José Banegas. **Escuela Agrícola Panamericana, EAP:** Reynaldo Sánchez, Marvin Mora, Orlando Cáceres, Mario Ardón, Javier Gutiérrez. **Escuela Nacional de Agricultura, ENA:** Elmer Reyes, Fidel López.

### Costa Rica

**Ministerio de Agricultura y Ganadería:** Juan Hernández, Francisco Alvarez, Carlos Rodríguez Gutiérrez, Carlos Rodríguez Valverde, Ruth Murillo, Ruth León, Gregorio Leandro, Rodolfo Amador, Jeanette Avilés, Stanley Bonilla, Guillermo Bonilla, Rogelio Chacón, Nelson Looper, Sergio Quesada, Carlos Ramírez, Carlos Víquez, Viria Araya, Xinia Solano, Manuel Chacón, Denis Alpízar, Ileana Obando, Jorge Mora, Gustavo Ajún, Fernando Dobles. **Universidad de Costa Rica:** William González, Marco Moreira, Paul Hanson, Werner Rodríguez. **Universidad Nacional, Heredia:** Luko Hilje, Víctor Cartún. **Servicio Nacional de Riego y Avenamiento, SENARA:** Juan Valverde, Alberto Hernández, Agustín Sanabria, Cristóbal Soto.

### Panamá

**Instituto de Investigaciones Agropecuarias, IDIAP:** Eric Candanedo, Kilmer von Chong, Marcos Navarro, Marino Moreno, Gregorio Aranda, Román Gordón. **Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias:** Baltazar Gray, Luis Salazar, Diógenes Cordero, Juan de Dios Cedefío. **Ministerio de Desarrollo Agropecuario, MIDA:** María Moreno. **Compañía Nestlé:** Aurelino Lamboglia.



## PREAMBULO

*El maíz, originario del Continente Americano y particularmente de México y Centroamérica, constituye uno de los productos alimenticios más importantes de la región. Desde la época precolombina ya formaba parte de la dieta en las culturas Maya y Azteca, y además representaba en ellas una fuente de bienestar y poder. El cultivo se utiliza en la región en múltiples formas, tanto para la dieta humana como en la elaboración de alimentos para animales.*

*La superficie sembrada anualmente con este cultivo es de 1.5 millones de ha, lo cual crea condiciones para que muchos de los problemas de plagas se multipliquen o permanezcan potencialmente severos tanto en el cultivo como en hospedantes alternos, por lo cual es necesario integrar y aplicar diversas tácticas de combate como el químico, cultural, genético y biológico. Debe aclararse que el término "plaga" se utiliza en esta guía para referirse a los organismos que son competidores o antagonicos con el cultivo (hongos, bacterias, virus, micoplasmas, nemátodos, insectos, ácaros, malezas y otros).*

*La presente guía está constituida por cuatro capítulos, los cuales presentan en forma resumida elementos básicos sobre el cultivo y sus problemas. Esta información puede ser útil para técnicos, extensionistas y productores de maíz. Se plantean aquí alternativas de posible utilidad en la selección de los métodos más apropiados para manejar los problemas de plagas, procurando que estén acordes a la situación particular del productor, con una visión integradora en la que se tomen en cuenta los efectos colaterales de las acciones tomadas y las posibilidades de racionalizar los recursos de que dispone el agricultor.*

*El Capítulo 1 describe la filosofía y bases conceptuales del Manejo Integrado de Plagas, considerando sus bases ecológicas, económicas y sociales.*

*El Capítulo 2 da a conocer la importancia del cultivo en términos de los niveles y áreas de producción, comercialización, exportación y consumo nacional, además de la fenología, ecología y generalidades del cultivo.*

*El Capítulo 3 enmarca el diagnóstico de los diferentes problemas que ocasionan daños en el maíz durante sus fases fenológicas, basado en los síntomas observados en el campo, los cuales son posteriormente confirmados o no con la ayuda de los equipos de laboratorio y de campo con que cuentan las diferentes instituciones nacionales, como parte de la asistencia al productor.*

*El Capítulo 4 presenta las plagas que afectan al cultivo de maíz, sus métodos de prevención y manejo, que son el resultado de las experiencias acumuladas de la investigación del proyecto MIP del CATIE y de las instituciones nacionales e internacionales que trabajan en problemas fitosanitarios en la región.*

*Esta publicación no es un manual de recomendaciones sino una guía, en la que se espera que el técnico encuentre elementos y pautas que le orienten en su tarea de llevar asistencia a los agricultores, para un manejo más eficiente de los problemas que afectan a sus cultivos. Algunas tecnologías propuestas han sido desarrolladas en una región y no necesariamente serán efectivas en otra. Por lo tanto, esta información tiene el propósito de estimular actividades de comprobación y adaptación a las condiciones locales.*

*Es necesario señalar que en la región existen problemas con plagas de vertebrados, especialmente los roedores y los pájaros. Las entidades nacionales y algunos individuos, han realizado esfuerzos encaminados a hacer estudios y recomendaciones. Es de esperar que las entidades respectivas mantengan campañas de monitoreo de esas plagas e intensifiquen las actividades de divulgación y capacitación para su manejo efectivo.*

# 1. INTRODUCCION AL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

## 1.1 Bases Ecológicas del Manejo Integrado de Plagas

La tendencia predominante durante años, ante el problema de las plagas, ha sido la de utilizar con mayor énfasis un sólo método de combate, con preferencia el uso de los plaguicidas sintéticos. Esta tendencia se originó en la segunda mitad del siglo diecinueve, con el uso de varias sales metálicas y compuestos arsenicales para combatir insectos, malezas y hongos en plantas cultivadas. Sin embargo, sólo llega a su etapa de mayor difusión, después de la segunda guerra mundial, a partir de la introducción del insecticida DDT, del herbicida 2,4-D y de herbicidas residuales en los años 50.

Desde entonces la producción de plaguicidas se ha incrementado, ya que su éxito inicial acentuó la tendencia a confiar demasiado en su efectividad. Paralelamente se da el abandono virtual de las investigaciones sobre otras opciones de manejo de plagas, como las prácticas culturales y el control biológico.

No obstante, en las últimas décadas se ha percibido una reevaluación del dogma del uso unilateral de productos químicos. Durante el período de 1951 a 1977, se incrementó en 3,000 veces la producción de plaguicidas en Estados Unidos, y simultáneamente se duplicó el porcentaje de los cultivos perdidos por el ataque de plagas.

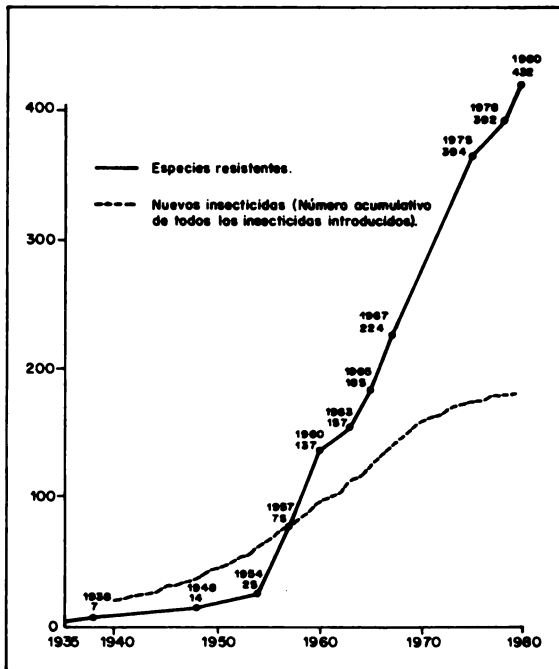
En Centroamérica, el cultivo de algodón ha demostrado como, a través de los años, un patrón de uso cada vez mayor de insecticidas genera al mismo tiempo un número creciente de insectos plagas (Cuadro 1).

Estos datos muestran claramente el problema de la pérdida de efectividad de los productos químicos, lo que con frecuencia ha originado problemas económicos serios para los agricultores de los países de la región. El fenómeno del uso cada vez mayor de productos contra un número creciente de plagas, se denomina el **círculo vicioso** de los plaguicidas y se debe fundamentalmente a tres procesos biológicos: **resistencia, resurgimiento de plagas primarias, y brote de plagas secundarias**. A continuación se explican estos procesos.

**Resistencia** es un término que se refiere a la tendencia de un plaguicida a perder su efectividad tras su repetido uso contra una plaga. Es un fenómeno común en el agro centroamericano. Se ha visto con frecuencia la introducción de un nuevo producto "fulminante", que el primer año da resultados extraordinarios. En el segundo o tercer año, sin embargo, requiere una dosis doble para lograr el mismo efecto. En el quinto o sexto año habrá perdido su efectividad. Las plagas se han vuelto resistentes al producto. En la Figura 1, se observa la proliferación de casos de resistencia versus la tasa de introducción al mercado de productos nuevos. Es claro que, de no cambiarse esta situación, llegará el día en que no exista ningún producto efectivo.

**Cuadro 1. Uso de insecticidas y especies de insectos plagas de 1950 a 1979 en el algodón en Centroamérica. Fuentes: ICAITI; (1977), Flint y van den Bosch (1981).**

	Año			
	1950	1955	1960's	1979
No. promedio de aplicaciones	0-5	8-10	25-30 (hasta 50)	30 (hasta 60)
Plagas principales	picudo <i>Alabama</i> (langosta medidora)	picudo <i>Alabama</i> <i>Heliothis</i> (bellotero) Afidos Falso gusano rosado ( <i>Sacadodes</i> )	picudo <i>Alabama</i> <i>Heliothis</i> Complejo de <i>Spodoptera</i> mosca blanca <i>Trichoplusia</i> (falso medidor) <i>Creontiades</i> 3 spp. (chinche)	15 especies de plagas persistentes más 9 especies ocasionales



**Figura 1: Especies resistentes de artrópodos a insecticidas nuevos entre 1938-1980. Fuente: Georgiou y Taylor (1976).**

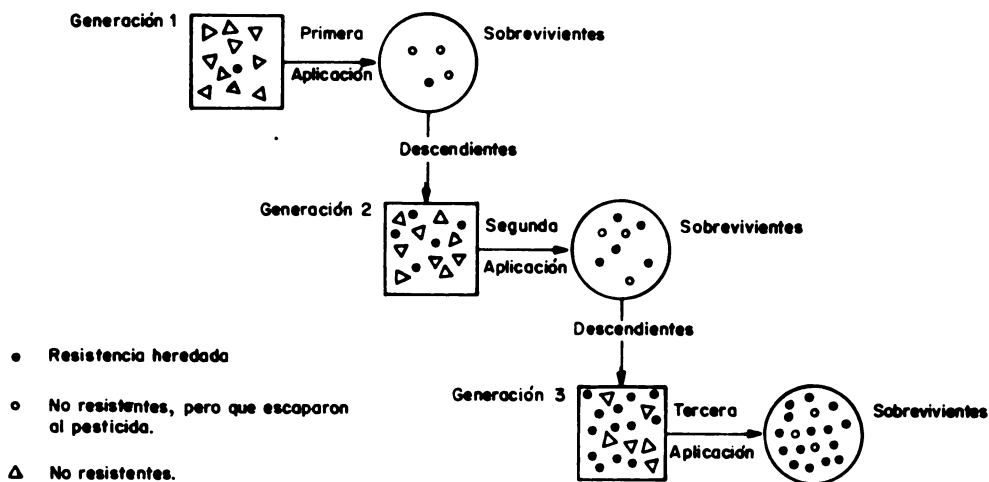


Figura 2: Evolución de la resistencia a plaguicidas. Modificado de Flint y van den Bosch (1977).

En la Figura 2, se observa el proceso del desarrollo de resistencia. Este es un proceso **evolutivo**, que resulta de aplicar una presión de selección en una dirección constante y que trabaja sobre la variabilidad genética presente en la población de la plaga. En la primera generación, la mayoría de los individuos son susceptibles a un plaguicida dado. Sin embargo, en muchos casos la misma variabilidad genética confiere a algunos individuos capacidad de resistir al producto. Al eliminar la mayoría de los individuos susceptibles a través de la acción del veneno, los padres de la siguiente generación son mayoritariamente resistentes, lo cual da lugar a una frecuencia aún mayor de individuos resistentes en la generación posterior. Continuando las aplicaciones del producto sobre unas generaciones más, se llega finalmente a una población compuesta casi por completo de individuos resistentes.

**El resurgimiento de plagas primarias** ocurre cuando una plaga expuesta a las aplicaciones, reaparece a niveles mayores que los anteriormente encontrados. Esto se debe a que el plaguicida afecta o interfiere con el control que ejercen los enemigos naturales (en el caso de insectos pueden ser otros insectos depredadores o parásitos). Es común que estos ayuden, aunque sea parcialmente, a controlar la población de la plaga. El tratamiento con un producto de espectro amplio, no solamente suprime la población de la plaga, sino también sus enemigos naturales. Estando las dos poblaciones en niveles muy bajos, los pocos enemigos que quedan no pueden encontrar suficientes presas (plagas) para sobrevivir, mueren de inanición o emigran del área. En esta forma, los pocos individuos resistentes de la plaga pueden multiplicarse sin control alguno por parte de sus enemigos, resurgiendo así a niveles de población mayores que antes (Fig. 3).

**Un brote de plagas secundarias** ocurre por medio de un proceso parecido al anterior. En cualquier agroecosistema hay muchas especies presentes en pequeños números que **potencialmente** podrían ser plagas (porque se alimentan del cultivo o compiten con él). Sin embargo, no tienen el estatus de plaga porque sus poblaciones son tan escasas que no provocan daño económico. Son limitadas precisamente porque sus enemigos naturales las controlan. Sin embargo, al eliminar dichos enemigos con el uso reiterado de plaguicidas de amplio espectro, sus poblaciones crecen hasta adquirir el estatus de plaga. En realidad, la única diferencia entre la plaga primaria y la secundaria es el grado de control natural presente antes de aplicar el producto: en el caso de la primaria, no es suficiente como para prevenir el daño económico,

mientras que en el caso de la secundaria, sí lo es. El número cada vez mayor de especies plagas en el algodón centroamericano se explica por el fenómeno del brote de plagas secundarias (Cuadro 1).

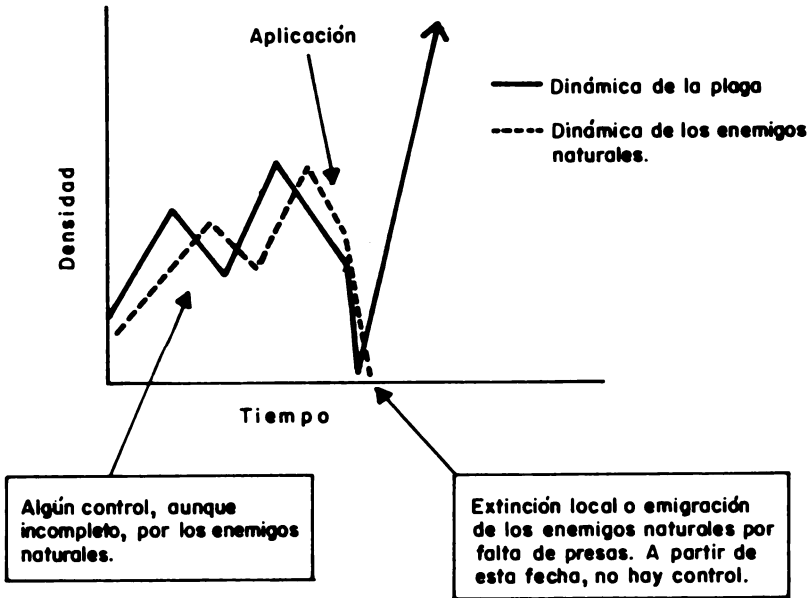


Figura 3: Resurgimiento de una plaga primaria.

El cultivo del algodón pasó por las etapas de **subsistencia**, con bajas cosechas y un control de plagas basado sobre todo en prácticas culturales; luego, una etapa de **incremento**, con mayores áreas de producción, uso de algunos agroquímicos y mejores cosechas. La introducción de los insecticidas sintéticos dio paso a la etapa de **explotación**, en la que se comienzan a dar los fenómenos asociados con el uso unilateral del control químico. Se presentan después las etapas de **crisis** y **desastre**, en las que muchos alodoneros abandonaron el cultivo. Este fenómeno se puede estar dando ya en otros cultivos como las hortalizas. El reto de los fitoprotccionistas debe ser el de evitar que los cultivos lleguen a las etapas de crisis y desastre, pasando directamente a la de control supervisado y luego al manejo integrado (Fig. 4).

El uso unilateral e intensivo de los plaguicidas en el algodón, además de su drástico impacto en los cultivos en sí, desencadenó otros problemas como el aumento de los casos de malaria a causa del desarrollo de resistencia de los mosquitos vectores, los rechazos de productos de exportación como la carne y el camarón, intoxicaciones, destrucción de la vida silvestre, contaminación de aguas y suelos. Cultivos sometidos a ese mismo tipo de manejo, tales como el repollo, tomate, papa, chile y otras hortalizas, experimentan problemas similares, por lo cual se necesita poner en marcha programas de manejo integrado de plagas (MIP) con el fin de evitar que estos cultivos lleguen a las etapas críticas que alcanzó el algodón.

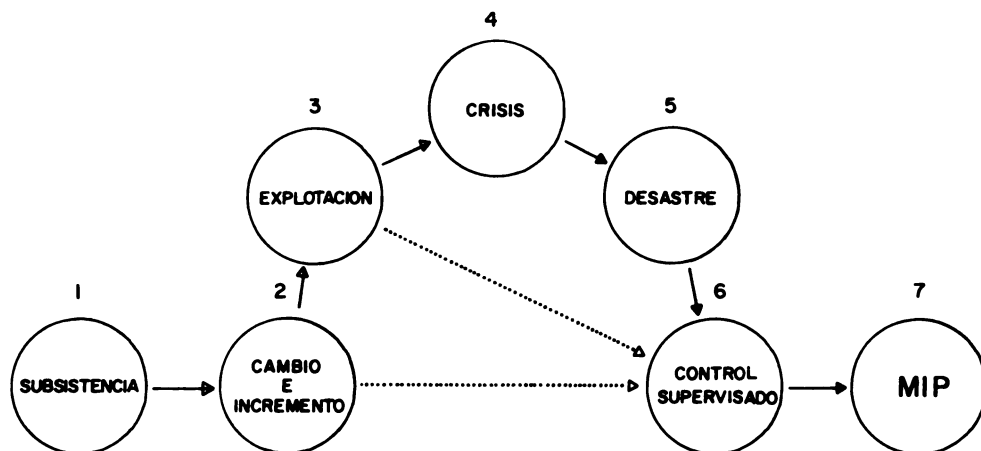


Figura 4: Fases históricas del cultivo del algodón, con las perspectivas de aplicarlas a otros cultivos, buscando pasar de las fases 2 ó 3 directamente a la 6 y luego al MIP. Modificado de Smith (1971).

La conservación de los recursos naturales en un país o una región fortalece los programas de manejo integrado de plagas. En efecto, la fertilidad de los suelos y la sostenibilidad de los sistemas de cultivo dependen de la permanencia de la cobertura vegetal y de los bosques que forman parte de las cuencas. La preservación de reservas biológicas y el manejo apropiado de los bosques hace posible el mantenimiento de la biodiversidad tanto de la flora como de la fauna. La flora contiene el germoplasma de donde se extraen materiales genéticos para el mejoramiento de los cultivos, además de mantener especies de valor industrial, médico y estético. En esas reservas biológicas encuentran refugio valiosas especies de enemigos naturales con el potencial de ser usados como elementos reguladores de las poblaciones de plagas.

## 1.2 Bases Económicas del Manejo Integrado de Plagas

Las acciones relacionadas con el manejo de las plagas agrícolas implican el uso de recursos que por lo general son escasos, tales como la tierra, la mano de obra y los insumos. A nivel de finca se usa mano de obra familiar y contratada para realizar labores culturales, aplicación de plaguicidas, muestreo de plagas y tareas afines. También se utiliza capital en la compra de plaguicidas, semilla seleccionada, equipos de aspersión y otros insumos. La utilización de estos recursos representa costos que el agricultor y la comunidad en general deben atender.

Existen otros costos que afrontan los miembros de la sociedad, los cuales son de dos tipos: los gastos que requieren los programas de fitoprotección realizados por las instituciones del gobierno y los costos de acciones de fitoprotección que causan impactos negativos e indeseables como son la contaminación del ambiente, daños a la salud humana y animal, y la creación de resistencia en insectos, generalmente relacionados con el uso de plaguicidas. Sin embargo, los impactos negativos no están limitados al uso de plaguicidas; el uso inapropiado de algún agente de control natural podría crear costos, si no es específico para la plaga en cuestión y la medida de control se vuelve contraproducente. Asimismo, algunas prácticas culturales que benefician a un agricultor pueden causar un problema a otros agricultores o a la comunidad.

Los factores que influyen económicamente en los programas de MIP varían, al igual que los factores ecológicos, grupos de productores y áreas geográficas. Por eso, para que los pro-

gramas de MIP sean económicamente aceptables y eficientes tienen que ser desarrollados y modificados tomando en cuenta las características específicas de la región y de los grupos de agricultores.

La **incertidumbre** es un factor inherente a la agricultura y tiene una particular relevancia relacionada con las plagas, ya que induce a los agricultores a hacer aplicaciones preventivas, con el uso económicamente ineficiente de los plaguicidas. La incertidumbre se reduce con la inversión de recursos para determinar el nivel de la presencia de las plagas, lo cual mejora el uso de los controles a ser aplicados. Los umbrales económicos y los sistemas de alarmas tienen este enfoque. Para que la inversión hecha en la información sea económica, la reducción de los costos de la aplicación de los controles y cualquier diferencia en el valor de la producción tiene que ser mayor que esa inversión.

### 1.3 Bases Sociales del Manejo Integrado de Plagas

A veces la inversión en algunas tácticas de control no resulta rentable, porque implica gastos demasiado altos comparados con los beneficios recibidos por el agricultor individual (ejemplo: un sistema de alarma). También los beneficios provenientes de algunas tácticas, no se limitan necesariamente al agricultor que hace la inversión (ejemplo: control biológico). En estos casos el gobierno, actuando para el conjunto de beneficiarios (la sociedad) puede considerar la inversión, e implementar el control, siempre que los beneficios esperados sean mayores que los costos. Inversiones de esta naturaleza requieren una evaluación de los beneficios sociales netos. Los costos incluyen la inversión directa y cualquier otro costo indirecto o negativo (**externalidades**) que podrían resultar del programa. La determinación de los beneficios tiene que considerar los **beneficios directos** de una mayor producción y reducción de costos de fitoprotección a nivel de finca para los productores beneficiarios. Adicionalmente, tiene que incluir los **beneficios indirectos** que podrían resultar de una reducción del uso de plaguicidas, por ejemplo la reducción en los casos de intoxicación en usuarios o consumidores del producto final, así como un menor deterioro del medio ambiente.

### 1.4 Fundamentos del Manejo Integrado de Plagas

El término genérico de "**plaga**" designa a cualquier organismo que afecta a un cultivo, ya sea en forma directa o indirecta, causando pérdidas económicas. Existen plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos), organismos patógenos (hongos, bacterias, virus), las malezas y los vertebrados (roedores, pájaros).

Se puede definir al manejo integrado de plagas como la **selección y aplicación de prácticas de combate de plagas, basadas en consecuencias predecibles de tipo económico, ecológico y sociológico.**

El MIP tiene fundamentos o ideas centrales, que constituyen las bases sobre las que debe apoyarse cualquier programa de control. Esos fundamentos son:

#### **El agroecosistema**

Comprende una serie de componentes en íntima relación que incluyen el cultivo, el suelo, las hierbas, la fauna, etc. Dichos componentes se consideran como subunidades interconectadas de un solo sistema. Si un componente del sistema es perturbado, se modifican otros elementos.

## **El control natural**

La acción conjunta de factores físicos y biológicos sobre las poblaciones de plagas es, con frecuencia, capaz de mantenerlas a niveles bajos, por lo que es indispensable para su control racional y rentable, ya que ayuda a reducir las poblaciones de plagas potenciales. Un componente importante del control natural lo constituyen los **organismos benéficos**, cuya acción es clave en la prevención de brotes de plagas potenciales. Todos los procedimientos de control a usarse se deben armonizar con el control natural.

## **Biología y ecología de los organismos**

Para poder manipular y dirigir el agroecosistema es necesario un conocimiento detallado de la biología y ecología de los organismos presentes en él. Entre otros, el conocimiento de las plagas, sus enemigos naturales y sus interacciones con el ambiente, hace más fácil diseñar y aplicar procedimientos de manejo para explotar cualquier eslabón débil que exista en las defensas de la plaga.

## **El cultivo como enfoque central**

El cultivo debe constituir el punto central de enfoque para el fitoproteccionista. Las plagas no tienen importancia económica si no afectan la productividad de un cultivo. Es necesario un entendimiento completo de la fisiología y fenología de la planta, de las relaciones dinámicas entre sus etapas de crecimiento (**fenología**) y el ataque de las plagas, así como sus reacciones positivas o negativas ante la aplicación de insumos y el uso de prácticas culturales.

## **El muestreo y uso de umbrales económicos**

Los muestreos periódicos en el campo generan información con respecto a las especies de plagas presentes, su densidad poblacional, las condiciones del cultivo, las variables ambientales y la presencia y actividad de los enemigos naturales. Los métodos de muestreo varían de acuerdo con el cultivo y con su etapa fenológica, así como con la plaga o plagas objeto del muestreo. Toda esta información servirá para definir el nivel de daño económico y establecer los niveles críticos en los que se deben tomar acciones de manejo. El nivel de daño económico (NDE) se define como la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo de su combate iguala al beneficio económico esperado del mismo. La acción de control "salva" una parte del rendimiento, que se perdería de no haberse hecho el control. Cuando la densidad de la plaga es menor que el NDE, la implementación del control no resulta rentable. El umbral económico (UE) o "umbral de acción" se define como la densidad poblacional de la plaga a la que se deben iniciar acciones de control para evitar que la población sobrepase el NDE. Esto supone un retraso entre la estimación de la densidad de la plaga por medio del muestreo y la puesta en marcha de las acciones de control. El UE, entonces, se encuentra a una densidad menor de la plaga que el NDE, lo cual da un margen de tiempo para que surtan efecto las medidas de control.

## **Efectos secundarios de la fitoprotección**

Los efectos secundarios de procedimientos impropios de control de plagas, pueden ser altamente negativos para algunos sectores de la sociedad o para el ambiente. Las prácticas del MIP tienen que variar de acuerdo con el contexto social, económico, político y ambiental. Se



debe tratar de optimizar todas las metas de la fitoprotección, tanto micro como macroeconómicas, individuales y sociales, socio-económicas y ambientales.

## 1.5 Estrategias del Manejo Integrado de Plagas

Una estrategia es el conjunto de actividades realizadas con el propósito de lograr una meta fitosanitaria ante la amenaza de una plaga o complejo de plagas. Existen varias estrategias como la **convivencia**, cuando el control descansa enteramente en las fuerzas naturales, tolerando cualquier daño causado por las plagas. Esta estrategia es típica entre los agricultores de recursos limitados en una agricultura de subsistencia. La **prevención o profilaxis** ha predominado en la entomología y la fitopatología, así como en el control de malezas. Obedece a la incertidumbre de los agricultores o los fitoproteccionistas al no tener acceso a información exacta, por lo cual prefieren "asegurarse" de antemano y aplicar medidas correctivas, mayormente plaguicidas, para proteger el cultivo. La **erradicación** implica la idea del aniquilamiento de las plagas; emprendida generalmente por los gobiernos, ya sea para destruir poblaciones que recién han llegado a un país o región, o en campañas para extinguir especies nativas. Se ha usado a veces la práctica de liberar machos estériles o productos químicos combinados con prácticas culturales severas. La **supresión** se hace cuando una especie ha alcanzado niveles poblacionales intolerables. La respuesta tardía a problemas causados por la rata de campo o por la langosta (chapulín) ejemplifica esta táctica. Por último, la **exclusión** usa medidas de tipo legal y técnico desuñadas a evitar la presencia de una plaga en un país o region determinada. Un ejemplo lo constituyen las medidas cuarentenarias. Es obvio que algunas de estas estrategias, por su enfoque unilateral, no coinciden con la filosofía del manejo integrado de plagas.

## 1.6 Tácticas del Manejo Integrado de Plagas

Las estrategias discutidas anteriormente se implementan mediante el empleo de una serie de tácticas de tipo natural o artificial, las cuales se detallan a continuación.

### Control biológico

Comprende el uso de los enemigos naturales (depredadores, parásitos y patógenos) para el manejo de las plagas. Es importante conocer los organismos benéficos nativos y armonizar cualquier táctica de control de modo que los enemigos naturales no sean perturbados, o lo sean en el menor grado posible. El ambiente puede ser manipulado en su favor, proveyéndoles de alimentos suplementarios y sitios de refugio, desde donde se puedan desplazar hacia los cultivos.

La cría masiva de enemigos naturales en insectarios y su posterior liberación entre los cultivos es una práctica conocida del control biológico que puede tener efectos positivos en el manejo de las plagas.

La importación y el establecimiento de enemigos naturales se conoce también como **control biológico clásico** e involucra la transferencia y establecimiento de enemigos naturales exóticos, por lo general usada para suprimir poblaciones de plagas introducidas y cuando los enemigos naturales nativos no son capaces de controlarlas.

Los organismos entomopatógenos (bacterias, virus, nematodos y hongos) se han convertido rápidamente en instrumentos muy importantes para la supresión de plagas insectiles, existiendo fórmulas comerciales en el mercado.

## **Control fitogenético**

El uso de cultivares resistentes o tolerantes a las plagas es otra táctica útil que ha tenido y tendrá gran importancia en el manejo integrado de plagas.

## **Prácticas culturales**

Existe una amplia gama de manipulaciones agronómicas aprovechables para reducir las poblaciones de plagas, tales como la preparación del suelo, manejo del agua, cultivos asociados, cultivos trampa, control de época de siembra y de cosecha.

## **Controles mecánicos y físicos**

Son altamente diversos y algunos son tan antiguos como la agricultura misma. Tal es el caso de la recolección y destrucción manual de insectos o la construcción de barreras físicas y el uso del fuego o de instrumentos de labranza para el control de malezas. Algunos métodos modernos incluyen el ultrasonido y la modificación de gases atmosféricos.

## **Medidas legales**

Consisten en mandatos gubernamentales o intergubernamentales que señalan a los agricultores el empleo de ciertas técnicas o que eviten el uso de otras. Los gobiernos pueden también llevar a cabo procedimientos como los esfuerzos de erradicación o de cuarentena que los agricultores no podrían implementar en forma individual. Estos esfuerzos gubernamentales, en forma nacional o regional, pueden ser valiosos concomitantes de los programas MIP. Las medidas legales o reglamentaciones sobre el uso de plaguicidas pueden también afectar el patrón de uso de prácticas de manejo de las plagas. Tal es el caso de los subsidios gubernamentales a los plaguicidas que, al bajar el NDE, estimulan al agricultor a emplear más plaguicidas en dosis mayores de lo necesario.

## **Control autocida**

Esencialmente se ejemplifica con el uso de las liberaciones masivas de insectos estériles o de poblaciones genéticamente degradadas para influir en la reproducción y sobrevivencia de las poblaciones normales de una plaga. El caso del gusano del tórsalo es un ejemplo, así como el de los esfuerzos por combatir mediante esta técnica a la mosca del Mediterráneo en Centro América.

## **Control etológico**

Consiste en el uso de distintos dispositivos químicos o físicos que afectan el comportamiento de los insectos, tales como las trampas de feromonas y el uso de atrayentes y repelentes.

## **Control químico**

Los plaguicidas son y serán un elemento indispensable en los programas de fitoprotección, ya que son versátiles, fáciles de usar, eficaces y comercialmente atractivos. Sus serias inconveniencias sobre el ambiente y la salud limitan su empleo y demandan un manejo juicioso.

## 2. EL CULTIVO

### 2.1 Aspectos Económicos

El maíz es uno de los cereales de importancia mundial y ocupa el tercer lugar en consumo después del arroz y el trigo como cultivo alimenticio. En América Central y Panamá constituye una de las fuentes principales de nutrición para la población del área.

Este cultivo se produce en un rango amplio de elevaciones que van del nivel del mar hasta los 2500 metros, aproximadamente. Se cultiva también en una gran diversidad de tipos de suelo, sistemas de producción y extensiones territoriales. En términos de área cultivada, es el principal cultivo alimenticio para Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua y el segundo en importancia, después del arroz, en Costa Rica y Panamá, con un área de siembra aproximada de 1.5 millones de hectáreas a nivel de toda la región.

Se considera que la producción a nivel de Centroamérica es del orden de 2.5 millones de toneladas métricas por año. La producción nacional anual más baja corresponde a Panamá (68,000 TM) y la más alta se registra en Guatemala (1,046.000 TM). Asimismo, los rendimientos promedios varían entre 971 kg/ha para Panamá y 1814 kg/ha para Costa Rica. (Cuadro 2).

La producción en grano tiene diferentes destinos, como son el autoconsumo, el mercado interno urbano y la industrialización (elaboración de concentrados alimenticios para animales, almidón, aceite, etc). Esta producción no cubre la demanda de la población, por lo que se tiene que importar alrededor de 150,000 TM por año en la región con la consiguiente fuga de divisas que ello significa.

**Cuadro 2. Producción de maíz en Centroamérica y Panamá.**

País	Area (ha x 1000)	Producción total (TM x 1000)	Rendimiento (kg/ha)
1. Costa Rica	62	113	1,814
2. El Salvador	280	444	1,587
3. Honduras	330	470	1,424
4. Guatemala	925	1,046	1,131
5. Nicaragua	220	220	1,032
6. Panamá	70	68	971
(Promedio mundial)	--	--	2,981

Fuente: FAO (1984)

El maíz es cultivado en su mayor parte como monocultivo, sin embargo en algunas zonas de los países de la región, caracterizados por poseer tierras marginales y manejadas por agricultores de escasos recursos, los sistemas de siembra más frecuentes son los policultivos en asociación y/o relevo con frijol y sorgo, en las épocas de siembra de primera y postrera.

## **2.2 Crecimiento y Desarrollo**

### **Aspectos generales**

El mecanismo de asimilación fotosintética del maíz, como el de algunas otras gramíneas tropicales, corresponde a una especie C4, lo que la hace depender de la luz solar intensa y prolongada para su mejor y más rápido desarrollo.

El conocimiento de la biología y fenología de la planta de maíz y de las plagas que la afectan es importante para la implementación de programas de manejo integrado de plagas. Las relaciones entre planta y medio ambiente determinarán el adecuado desarrollo y la expresión final de la planta en la producción. Este conocimiento servirá para medir el impacto de las plagas sobre la planta en cada una de sus etapas de desarrollo y la interacción de las plagas con los factores ambientales. También permitirá realizar las labores de manejo preventivas más adecuadas dirigidas a reducir las poblaciones de las plagas y el daño a la planta.

En forma general, se puede observar que algunas plantas tardan 4, 6 y hasta 8 o más meses a cosecha, dependiendo de la variedad y la temperatura, la cual está condicionada por la altura a que se siembra el cultivo. Asimismo, tienen expresiones diversas en relación con el rendimiento. Por ejemplo, las variedades de polinización abierta tienen menos rendimiento y muestran una mayor diversidad genética que los híbridos, los cuales son generados para que expresen altos rendimientos bajo un manejo altamente tecnificado del cultivo.

Las plantas de maíz normalmente siguen el mismo patrón de desarrollo (Fig. 5) pero el intervalo específico entre las etapas fenológicas y el número de hojas desarrolladas puede diferir entre variedades de polinización abierta e híbridos, por efectos climáticos, épocas de siembra y localidad.

El número de las plagas y el daño al cultivo no están siempre perfectamente correlacionadas. Es posible que el cultivo soporte poblaciones altas de una plaga bajo ciertas condiciones y no bajo otras. Por ejemplo, bajo condiciones de temperatura fría o de alta humedad, algunas plagas insectiles se alimentan menos y causan menos daños que los que pueden provocar bajo condiciones de clima cálido. Asimismo, algunas de las etapas del desarrollo de las plantas de maíz son mucho más susceptibles que otras al daño provocado por las plagas. Frecuentemente las plantas pueden tolerar infestaciones proporcionalmente más grandes a medida que se acerca la fase de maduración del cultivo. Durante los periodos de estrés ocasionados por sequías, deficiencias nutricionales o temperaturas excesivas, las plantas pueden tornarse más susceptibles al ataque de las plagas. Por lo tanto es importante identificar esas etapas del ciclo del cultivo que son sensibles y aquellas que son tolerantes al daño de varias especies de plagas y orientar así, las prácticas del manejo o control, de manera más racional.

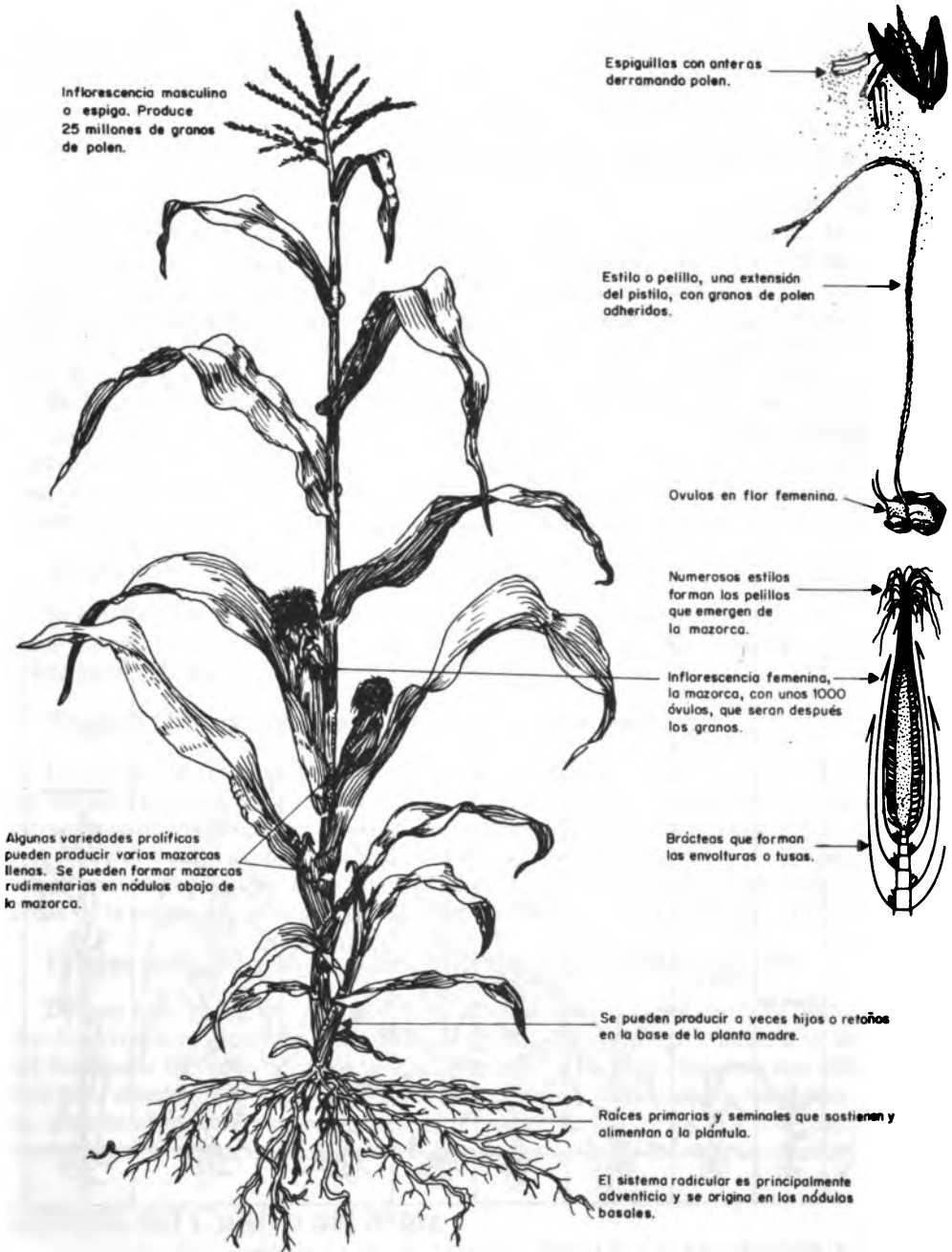


Figura 5: Planta de maíz desarrollada, mostrando sus diversas partes.

## Etapas Fenológicas

La duración de las etapas fenológicas depende de la variedad, así como de la temperatura, la que a su vez está determinada por la altura sobre el nivel del mar y el fotoperíodo. Los datos anotados para cada etapa representan solamente cifras promedio (Fig. 6).

### Etapa 0 (0-5 días después de la siembra)

**Germinación.** Después de la siembra, la semilla absorbe agua y empieza la germinación de la plántula. La radícula se alarga más rápidamente, seguida por la plúmula y las raíces secundarias. El primer entrenudo se alarga y se eleva hasta alcanzar la superficie del suelo. El embrión usa las reservas alimenticias contenidas en el endospermo para todo este proceso de desarrollo. Cuando el ápice del coleoptilo emerge y entra en contacto con la luz solar, el primer entrenudo deja de alargarse y se inicia la emergencia de las hojas a partir del coleoptilo. Bajo condiciones cálidas y húmedas, el ápice del coleoptilo emergerá al cabo de 4 ó 5 días de realizada la siembra; pero bajo condiciones frías o de falta de humedad esta emergencia puede demorar hasta dos semanas.

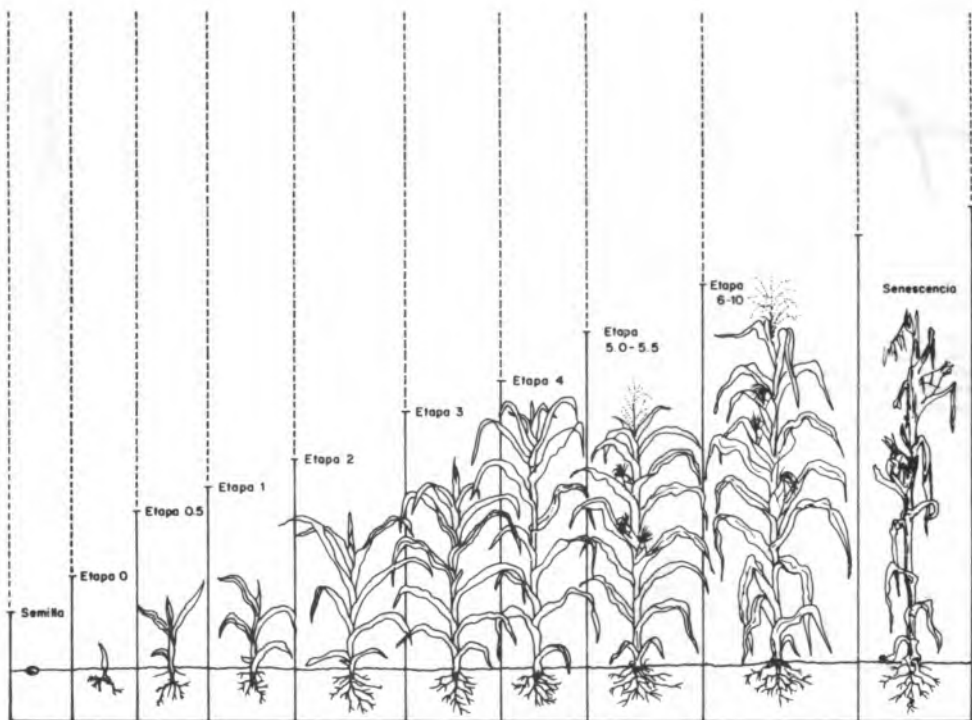


Figura 6. Etapas fenológicas del cultivo del maíz, desde la siembra a senescencia.

### Etapa 0.5 (1 semana después de la germinación)

Aparecen completamente formadas las dos primeras hojas. El primer espiral de las raíces en el nudo del coleoptilo se alarga, pero no se ramifica ni forma pelos radicales. Las raíces pri-

marías y principalmente la radícula desarrollan muchas ramificaciones y pelos radicales. Se inicia la alimentación de la planta por vía de la fotosíntesis.

### **Etapas 1 (2 semanas después de la germinación)**

Se observan cuatro hojas formadas. Se alarga la segunda espiral de las raíces. Las raíces provenientes de la primera espiral tienen pelos radicales y están ramificadas. Las raíces primarias crecen muy poco después de esta etapa.

### **Etapas 2 (4 semanas después de la germinación)**

En esta etapa se observan ocho hojas formadas, y se caracteriza por una rápida formación de hojas. La 9a, 10a y 11a hojas han completado su desarrollo, pero no han emergido completamente. La planta inicia una rápida absorción de N, P, K, y otros nutrientes.

### **Etapas 3 (6 semanas después de la germinación)**

Hay 12 hojas formadas. Se completa el alargamiento de las hojas. Las cuatro hojas más bajas se han marchitado y perdido. El tallo muestra un crecimiento rápido. Las raíces adventicias se desarrollan a partir del primer nudo. El incremento en peso seco de la parte aérea de la planta se inicia en esta etapa y continúa hasta cerca de la maduración.

### **Etapas 4 (8 semanas después de la germinación)**

Se han formado 16 hojas. La punta de la flor masculina emerge del verticilo. Los entrenudos más altos del tallo se alargan rápidamente. En esta etapa puede ocurrir la pérdida de la 5a y 6a hojas más bajas de la planta.

### **Etapas 5 (10 semanas después de la germinación)**

Las hojas y la flor masculina completan su emergencia después de 2 ó 3 días. Los estigmas iniciales emergen de la flor femenina y el polen empieza a desprenderse. Se detiene el alargamiento de los entrenudos del tallo. Los pedúnculos de la flor masculina y las envolturas de la mazorca (tusa) casi han completado su desarrollo. La mazorca y los estigmas están en fase de crecimiento rápido. Los óvulos se ensanchan. Los estigmas de los óvulos cercanos a la base de la espiga aún no han emergido, pero continuarán alargándose hasta su fertilización.

### **Etapas 6-10 (12 semanas o más después de la germinación)**

Durante estas etapas la planta llega a su máximo desarrollo, y alcanza su madurez fisiológica. Se produce el oscurecimiento de los estigmas, el olote (raquis) alcanza su tamaño normal; los granos formados pasan de un estado lechoso al de grano seco con una concentración gradual de almidón. La absorción de fósforo y nitrógeno ha sido activa durante todas las etapas, canalizándose estos elementos hacia la formación de los granos. La acumulación de materia seca se detiene por fin y los granos siguen perdiendo humedad después de estas etapas.

## **Ecología del Cultivo del Maíz**

El maíz se cultiva en la mayoría de países del mundo y regiones agrícolas que están comprendidas bajo las siguientes condiciones:

### **Latitud**

En general, el maíz se adapta desde 50° de latitud norte, hasta alrededor de 40° de latitud

sur, lo cual abarca múltiples regiones agrícolas del mundo. En el Continente Americano se siembra maíz desde Canadá hasta el sur de Argentina. Las regiones más productoras de maíz se localizan entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio, caracterizados por altas temperaturas y suficiente radiación solar.

### **Altitud**

Es posible cultivar maíz, con óptimos rendimientos, desde el nivel del mar, hasta alrededor de 2,500 metros. Los rendimientos disminuyen a altitudes mayores a los 3,000 metros.

### **Temperatura**

La temperatura media óptima durante el ciclo vegetativo del maíz es de 25 a 30°C. Temperaturas menores de 10°C retardan o inhiben el proceso de germinación y las que son superiores a los 40°C afectan la polinización, especialmente en regiones de alta humedad relativa.

### **Humedad**

El cultivo de maíz exige niveles óptimos de humedad, dependiendo de si se cultivan variedades precoces (alrededor de 80 días) o tardías (alrededor de 140 días). Bajo condiciones de temporal (sin riego) y con variedades adaptadas, es posible obtener buenos rendimientos con más o menos 500 mm de precipitación pluvial distribuidos durante el ciclo vegetativo. En algunas regiones con precipitaciones menores de 400 mm se cultivan variedades criollas, con rendimientos inferiores.

Los requerimientos del cultivo bajo riego se pueden satisfacer con una lámina bruta de 100 cm para todo el ciclo. Suponiendo una eficiencia del 50%, resulta una lámina neta de 50 cm. Antes de la siembra se aplica un riego de saturación del perfil (10-20 cm.) A partir de entonces, la distribución de la lámina se hace con una frecuencia de 8 a 10 días, de acuerdo con las características del suelo y el clima del lugar, aplicando de 3 a 4 cm durante el primer mes, de 7 a 8 cm en el segundo y de 12 a 13 en el tercero.



## **3. DIAGNOSTICO EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

### **3.1 Diagnóstico Socioeconómico**

#### **Importancia de los factores económicos en el control de plagas**

El objetivo principal de los programas MIP es el de desarrollar sistemas integrados de manejo de las plagas de importancia económica. Un programa MIP puede ser diseñado para un área geográfica específica ó para fincas y agricultores individuales. Sin embargo, para asegurar que el programa tenga éxito, además de ser efectivo, es necesario que sea social y ecológicamente aceptable, a la vez que económicamente factible.

Los agricultores no aceptan implementar nuevas tecnologías sólo porque sean estadísticamente superiores a las prácticas convencionales. Hay cuatro factores básicos que afectan la toma de decisiones del agricultor: los factores socioeconómicos y regionales, los recursos económicos disponibles, sus objetivos, necesidades y sus percepciones subjetivas de riesgo de pérdidas causadas por las plagas.

Debido a lo anterior, los investigadores agrícolas han entendido la necesidad de tomar en cuenta los parámetros socioeconómicos cuando diseñan o validan una tecnología. La situación y opinión del agricultor debe ser un elemento indispensable en el proceso de investigación aplicada, ya que las alternativas a desarrollar deben ser comprensibles para ellos, técnicamente factibles, viables económicamente y aceptables culturalmente. Los factores socioeconómicos deben ser considerados en cualquier programa de desarrollo de tecnología de MIP.

#### **Metodología**

Se pueden considerar cuatro etapas en el desarrollo de un programa MIP: la planificación, el desarrollo de alternativas MIP, la experimentación y validación, la extensión y la transferencia de tecnología. La fase de diagnóstico socioeconómico tiene mayor importancia en las dos primeras etapas.

Dentro de la etapa de planificación, la contribución socioeconómica proviene del análisis de la información del área y sus agricultores. La información proviene de fuentes secundarias y primarias. Hay dos métodos para obtener información primaria: el uso de encuestas informales (sondeo) y las encuestas formales.

Dentro de la etapa de desarrollo de alternativas, la contribución socioeconómica se origina al determinar cuales de las tecnologías propuestas tienen el mayor potencial de adopción. Para esto, es necesario determinar, describir y cuantificar las prácticas actuales en uso para el combate de plagas bajo estudio. El método para obtener esta información es el llamado **seguimiento dinámico**, el cual busca conocer pormenores de las decisiones y la operación de los sistemas estudiados así como otras actividades relacionadas. La información a recolectar debe

incluir todas las acciones de entradas de insumos y salidas de productos, cambios de inventario y uso de mano de obra. La información obtenida, ordenada cronológicamente como un flujo de actividades y movimiento de capitales físico y humano, permite al investigador amplias posibilidades de análisis y retroalimentación a las distintas etapas de desarrollo de tecnología.

En el desarrollo de los programas MIP para los agricultores es necesario tomar en cuenta los factores que afectan directa o indirectamente sus decisiones sobre la familia y la finca en general y sobre el combate de plagas en lo específico. La Figura 7 presenta la finca del agricultor como un subsistema dentro del sistema del área geográfica local y éste, dentro del sistema global nacional. Hay factores socioeconómicos en todos los niveles que afectan las decisiones del agricultor con respecto a su familia y la finca.

La información socioeconómica se debe obtener necesariamente a distintos niveles. Para los niveles generales existe gran cantidad de información secundaria, pero para los más específicos es necesario el seguimiento dinámico para obtener información confiable. Por lo anterior, el seguimiento dinámico se puede concentrar en dos niveles: el sistema de producción (agroecosistema) y el sistema finca.

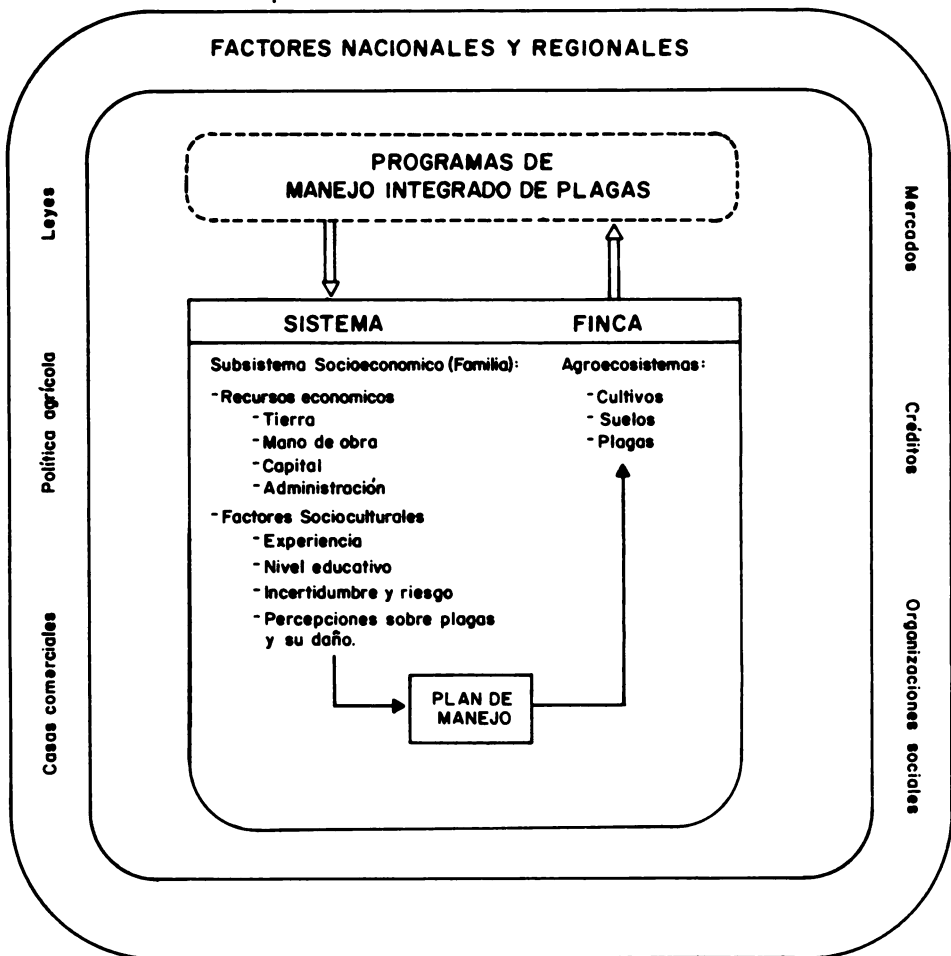


Figura 7: La finca del agricultor como un subsistema.

## Información que se debe obtener

Dentro del desarrollo de programas de MIP, el objetivo principal del seguimiento dinámico se dirige generalmente a la obtención de información relacionada con los recursos invertidos en el control de plagas y su importancia económica en relación con otros gastos de producción. Por eso es conveniente recolectar esta información en la forma más detallada posible. Interesa particularmente la información sobre uso de plaguicidas y de otras prácticas relacionadas con el control o manejo de plagas realizadas por los productores, tal como se sugiere en el cuadro 3. Se debe identificar (1) el agricultor, la ubicación de su parcela, el tamaño de esta y

Cuadro 3. Formulario para obtener información sobre uso de plaguicidas.

1											
Nombre del agricultor: _____						Ubicación: _____					
Area de la parcela: _____				Sistema de Producción: _____							
Años de cultivar la parcela: _____											
2 Fecha	3 Actividad	4 Mano de obra			5 Producto (s) aplicado (s)	Cantidad aplicada	Unidad	Costo/ unidad	No. bombas aplicadas	6 Por qué aplicó	Contra qué aplicó
		Familiar	Contratada	Costo							

Fecha: \_\_\_\_\_ Encuestador: \_\_\_\_\_

el tipo o sistema de producción que realiza en la misma (monocultivo u otro). Luego, en el cuerpo del formulario se recolecta información detallada del uso de plaguicidas. En la columna (2) se indica la fecha de realización de la actividad, en (3) la actividad realizada. En (4) se indica el uso de mano de obra (familiar o contratada) y su costo por hora, jornal u otro. En la columna (5) se indica el tipo de producto utilizado, la cantidad aplicada, las unidades utiliza-

das y el costo por unidad. También el número de bombas aplicadas, la capacidad y la dosis por bomba. Por último, en la columna (6) se registra la información de por qué aplicó el producto (preventivo o curativo) y contra qué plaga se aplicó.

Es necesario obtener información de otras actividades realizadas por el agricultor en su parcela o finca no relacionadas con uso de plaguicidas. Por ejemplo la preparación del terreno, limpiezas manuales, fertilizaciones, etc.

Por último, es indispensable obtener información socioeconómica general del agricultor, lo cual puede afectar o limitar sus decisiones sobre el control de plagas. Por ejemplo, nivel de educación, experiencia como agricultor y tenencia de la tierra.

La información obtenida debe ser analizada tratando de lograr los siguientes objetivos:

- Describir y cuantificar el sistema que se está evaluando. La cuantificación se realiza a través de la determinación de los niveles de uso de insumos, mano de obra y rendimientos; los costos de producción directos e indirectos, los ingresos brutos y netos, así como la rentabilidad del sistema y de los factores de producción. (Cuadro 4)
- Determinar cuáles son las plagas más importantes desde el punto de vista del productor, lo que se obtiene del daño que el productor estime que causa la plaga y la dimensión del gasto que ocasione su control.
- Establecer la eficiencia económica en el uso de los factores de producción por parte de los agricultores, con el fin de establecer cuáles son los factores limitantes de la producción. El fin es desarrollar opciones tecnológicas acordes con la realidad del agricultor.
- Crear una base de datos que permita posteriormente evaluar la introducción de opciones tecnológicas y determinar los niveles de adopción.

## 3.2 Diagnóstico de plagas

Para el diagnóstico de problemas fitosanitarios, el técnico debe disponer de literatura pertinente al cultivo y sus principales plagas, así como a los factores abióticos que producen enfermedades carenciales y fitotoxicidades. Los folletos y revistas técnicas presentan descripciones y fotografías de las enfermedades, permitiendo su diagnóstico a nivel de campo. En esta guía se incluye información y fotografías que ilustran los trastornos causados por plagas y los factores abióticos más importantes del cultivo.

En el análisis de síntomas, el uso de literatura técnica, guías y claves debe hacerse con objetividad y buen razonamiento, ya que algunos síntomas pueden corresponder a diferentes causas. Por ejemplo, un marchitamiento puede deberse a sequía, exceso de agua o de sales solubles, pudrición de la raíz, nematodos, hongos de los haces vasculares, bacterias que atacan el xilema y destrucción del sistema radicular.

Para disminuir las posibilidades de error en la interpretación de síntomas, se presentan a continuación los más comunes y las diferentes plagas o agentes abióticos que los pueden ocasionar:

**Aborto floral:** Polinización y fertilización deficiente, temperatura baja o alta, ausencia de insectos.

**Agallas:** Insectos, ácaros, hongos, bacterias.

**Amarillamientos:** Virus, micoplasmas, hongos.

**Caída de frutos:** Daño de insectos, pudrición fungosa del pecíolo, producción de toxinas por agentes patógenos.

Cuadro 4. Formulario para Cálculo de Costos de Producción.

Concepto	Unidad de medida	No. de unidades	Valor unitario	Sub total	Total
<b>Costos Directos</b>					
<b>Preparación terreno</b>					
Arada					
Rastreo					
<b>Labores cultivo</b>					
Siembra					
Aplicación pesticidas					
Resiembra					
1a. fertilización fertilizante					
mano de obra					
Aporcas					
2a. fertilización fertilizante					
mano de obra					
Limpias					
Dobla de tallo					
<b>Cosecha</b>					
<b>Insumos</b>					
Semilla					
Fertilizantes:					
Foliales					
Granulados					
Insecticidas					
Herbicidas					
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Costos Indirectos</b>					
Administración					
Imprevistos					
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>COSTOS TOTALES</b>					

Unidad de medida: kg/semilla, fertilizante, plaguicida  
l/ha, horas/máquina,  
hora /buey, jornal/día.

**Clorosis:** Deficiencias o excesos de nutrientes, herbicidas inhibidores de clorofila, patógenos más toxinas, pudriciones de la raíz, nematodos de la raíz.

**Desarrollo de diferentes pigmentaciones foliares:** Condiciones de tiempo, condiciones del suelo, insectos, ácaros, hongos y bacterias, virus y micoplasmas, exceso o deficiencia de nutrimentos, daños mecánicos o tóxicos.

**Enanismo:** Virus, micoplasmas, espiroplasmas, nutrición, insectos y ácaros.

**Epinastia:** Acumulación de hormonas en los pecíolos, etileno, marchitamiento bacterial o fungoso.

**Escoba de bruja:** Acaros, virus, micoplasmas, hongos.

**Gomosis:** Daño mecánico, daño por insectos, hongos, bacterias.

**Hojas comidas:** Insectos.

**Hojas con agujeros:** Insectos, hongos.

**Hojas pegadas:** Insectos, ácaros.

**Mal del talluelo:** Hongos del suelo, insectos, sales solubles.

**Manchas de las hojas:** Hongos, bacterias, materiales tóxicos, problemas nutricionales.

**Mancha en anillo:** Infección viral.

**Marchitamiento:** Exceso de sales solubles, pudrición de la raíz, nematodos, hongos vasculares, bacterias vasculares, exceso o deficiencia de agua, insectos.

**Moteado de la hoja:** Acaros, trips, virus.

**Pudrición:** Bacterias, hongos; en muchos casos es facilitada por daño mecánico o de insectos.

**Pústulas:** Infección bacterial o fungosa.

**Raíces adventicias:** Interferencia con translocación a nivel de suelo o más profundo, estrés de agua, pudriciones radicales, nematodos.

Uno de los primeros pasos en el diagnóstico es el de tipificar el patrón del problema, de acuerdo con las características generales de campo que incluye hospedantes, tejidos afectados, tiempo de aparición y distribución. Este análisis permite conocer en la mayoría de los casos la naturaleza abiótica o biótica del agente, y aun el tipo de agente. (Cuadro 5).

En el caso de patógenos fungosos y bacteriales, además de los síntomas, la presencia de signos tales como esclerocios, rizomorfos, micelios, exudados bacteriales y estructuras de producción de esporas (royas, oidios, mildeos, carbones) permiten llegar fácilmente a la identificación del patógeno.

Cuando los conocimientos del técnico, el patrón de la plaga en el campo, los síntomas y los signos no son suficientemente claros para identificar el agente causal y dar las recomendaciones adecuadas, es necesario recolectar, en el caso de los patógenos, muestras de plantas con diferentes estados de desarrollo de la enfermedad. En el caso de artrópodos y malezas, preparar ejemplares correspondientes al problema observado. A continuación se presentan las indicaciones principales para la toma y envío de muestras.

**Cuadro 5. Características generales de campo de las enfermedades de acuerdo con sus agentes patógenos y abióticos.**

CAUSAS	CARACTERISTICAS			
	Hospedante	Tejidos afectados	Aparición	Distribución
<b>Patógenos de</b>				
semilla	uno	raíz follaje	temprana gradual	aleatoria
plántulas	muchos	raíz tallo	temprana rápida	parches
base del tallo	uno	raíz tallo	tardía gradual	aleatoria topográfica áreas bajas
suelo	uno	raíz tallo	temprana gradual	topográfica tipo de suelo
follaje	uno	follaje	tardía gradual	uniforme topográfica
diseminación por vectores	uno	follaje	tardía gradual	bordes aleatoria
<b>Abiótica</b>				
Deriva o aspersión de plaguicidas	muchos	follaje	rápida	uniforme
Herbicidas del suelo	muchos	raíz follaje	rápida	uniforme tipo de suelo
Deficiencias ó exceso de nutrimentos	muchos	raíz follaje	rápida	uniforme tipo de suelo
Sales solubles	muchos	hojas inferiores, margen, foliar intervenal	lento	uniforme topográfica suelo arenoso
Sequía	muchos	raíces hojas viejas	lento	uniforme topográfica
Heladas	muchos	raíces tubérculos follaje	rápido	áreas bajas

## **Plantas enfermas**

Considere los siguientes aspectos que en conjunto permiten enviar una buena muestra, garantizando así una exacta identificación de la enfermedad problema:

1. La muestra debe ser representativa de todos los signos y síntomas de la enfermedad. Las primeras etapas de la enfermedad deben de incluirse siempre que se pueda, debido a que el patógeno es fácilmente aislado de este material.
2. La muestra debe de corresponder al sitio real del problema, ya que algunos síntomas del follaje obedecen a ataques en las raíces o base del tallo.
3. Si las plantas son de gran tamaño, seleccione los órganos que caracterizan a la enfermedad, esto es, las hojas, partes de tallo, fruto, flores o raíces afectadas. Si las plantas son pequeñas, envíe varias muestras completas. Es aconsejable acompañar la muestra con plantas o partes sanas.
4. Recolecte la muestra cuando las plantas se encuentren sin humedad de lluvia o de rocío.
5. Las muestras deben ser colocadas en bolsas aisladas de polietileno inmediatamente después de la recolección y se almacenan o transportan en una cámara fría o en un ambiente fresco, evitando su exposición a la luz solar. El diagnóstico es casi imposible cuando las muestras llegan al laboratorio marchitas, maltratadas o en estado avanzado de pudrición.
6. No olvide etiquetarla, con su dirección y datos personales, además de cualquier otra información que usted crea ayude a la identificación del problema.

### **Planta entera y raíces**

Saque la planta y las raíces con una buena cantidad de suelo, de los primeros 20 cm, cólquelas en bolsas de plástico. En el caso de la planta entera, amárrelas a nivel de la base del tallo en forma de adobe. Manéjese el material como si fuera planta de trasplante. Con las raíces empáquelas en cajas de cartón o en neveras portátiles envolviéndolas con papel periódico para evitar que el suelo se desprenda durante el transporte.

### **Hojas, flores, yemas y ramas tiernas**

Se deben de enviar sin humedad exterior, extendidas en medio de hojas de papel absorbente o periódico, protegidas en bolsas plásticas y transportadas o almacenadas en un ambiente fresco o preferiblemente frío.

### **Tallos y ramas**

Prepárelos en forma semejante a las hojas. Si son de gran tamaño, córtelos en trozos y pafine los extremos para disminuir el peligro de desecación.

### **Materiales carnosos**

Cuando se trate de materiales carnosos, como frutos, tubérculos o bulbos, conviene sumergirlos antes en parafina derretida no muy caliente, o envolverlos cuidadosamente en papel absorbente y colocarlos en bolsas plásticas. Es aconsejable exponer al sol los granos, mazorcas o frutos secos por una hora antes de empacarlos en las bolsas plásticas.

## **Acaros e insectos**

Para el caso de muestras insectiles envíe la planta con el daño característico de la plaga;



siga la metodología sugerida para envío de muestras de enfermedades. Incluya también la plaga tanto en estado adulto como en estado de larva. En lo posible incluya también otros estados de la plaga.

Los insectos pequeños de cuerpo blando (como moscas, avispas, escamas, áfidos y larvas) y ácaros deben ser colocados dentro de frascos con alcohol al 70%, procurando que el frasco quede lleno y bien tapado.

Insectos grandes de consistencia dura tales como escarabajos, grillos, chinches y otros se deben de matar en un frasco letal que contenga vapor de acetato de etilo. Una vez muertos se deben montar en alfileres entomológicos o triángulos de cartón, luego se empacan dentro de cajas de cartón, cuidando que no se rompan. No utilice algodón para envolverlos. Las mariposas o polillas se pueden colocar dentro de un pedazo de cartulina y se doblan de tal forma que el insecto cierre sus alas.

## **Malezas**

Las muestras de malezas por coleccionar deberán de estar en floración o tener frutos. Una muestra ideal es aquella que tenga hojas, flores y frutos; cuando se trate de gramíneas o hierbas pequeñas es aconsejable coleccionarlas en forma completa. Cuando el sitio de recolecta está cercano al lugar en donde será hecho el diagnóstico, las malezas pueden ser transportadas en bolsas plásticas, con papel húmedo dentro de la bolsa para evitar pérdida de turgencia del material. En estas condiciones el material puede permanecer en forma aceptable por 24 horas.

Cuando la colecta se hace en lugares distantes, es necesario prensar la maleza en el mismo sitio de la colección. Para ello las plantas recolectadas se colocan en medio de papel periódico, de preferencia de tamaño tabloide. Las flores deben de quedar lo mejor extendidas posible, tratando que sus órganos reproductores sean visibles; las hojas, con el haz y otras con el envés hacia arriba. La muestra entre papel periódico es colocada después entre dos láminas de papel secante. Las muestras se apilan una sobre otra y entre cada dos o tres de ellas se coloca un cartón corrugado. Por último, se colocan todas las muestras entre dos porciones de madera de tamaño similar a los cartones y se amarran fuertemente aplicando un torniquete para completar la prensa. El conjunto se debe poner a secar, ya sea en una secadora construída para tal fin o al ambiente, teniendo el cuidado de cambiar el papel periódicamente hasta que las plantas se sequen por completo.

Es necesario que la muestra sea acompañada de información que facilite la identificación, por ejemplo nombre común de la maleza, lugar de recolección, habitat, cultivo donde se encontró, color de flores y frutos al momento de la recolecta y otras consideraciones.

## **Otras consideraciones**

En el caso de considerar a los nematodos, sales solubles o nutrimentos como posibles causas del problema, se hace necesario tomar muestras de suelos y tejidos para hacer los análisis de laboratorio respectivos.

Como requisito para una buena muestra de plagas o de la planta afectada, es necesario registrar información de campo sobre el cultivar usado y su procedencia, condiciones ambientales predominantes, análisis del suelo y fertilización, presencia de insectos vectores, problemas fitosanitarios de cultivos anteriores, distribución en el campo, número de especies con síntomas similares, estado de desarrollo del cultivo, localización de los síntomas. Cuadro 6.

**Cuadro 6. Formulario para el envío de muestras para diagnóstico**

Ciudad y fecha \_\_\_\_\_ Nombre del interesado \_\_\_\_\_  
 Ocupación o cargo \_\_\_\_\_ Dirección \_\_\_\_\_  
 Cultivo afectado \_\_\_\_\_ Variedad \_\_\_\_\_  
 Extensión \_\_\_\_\_ Edad del cultivo \_\_\_\_\_  
 Finca \_\_\_\_\_ Localización \_\_\_\_\_

**Estado de desarrollo:**

Semillero \_\_\_\_\_ Floración \_\_\_\_\_  
 Plántula \_\_\_\_\_ Producción \_\_\_\_\_  
 Cultivos anteriores al actual \_\_\_\_\_  
 Cultivos vecinos \_\_\_\_\_

**Parte afectada:**

Raíz \_\_\_\_\_ Tallo \_\_\_\_\_  
 Ramas \_\_\_\_\_ Hojas \_\_\_\_\_  
 Flores \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_  
 Frutos \_\_\_\_\_

**Síntomas:**

Marchitez \_\_\_\_\_ Manchas \_\_\_\_\_  
 Pudrición \_\_\_\_\_ Enanismo \_\_\_\_\_  
 Clorosis \_\_\_\_\_ Necrosis \_\_\_\_\_  
 Agallas \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

Cuadro de síntomas: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**(Cuadro 6. Continuación)**

**Tipo de suelo:**

Arenoso \_\_\_\_\_ Franco \_\_\_\_\_ Arcilloso \_\_\_\_\_

**Estado causante del daño:**

Adulto \_\_\_\_\_ Larva \_\_\_\_\_ Ninfa \_\_\_\_\_

¿Cuándo fueron observados los primeros síntomas? \_\_\_\_\_

**Distribución del daño o la enfermedad dentro del cultivo**

General \_\_\_\_\_ Por zonas \_\_\_\_\_ Plantas aisladas \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

En la pendiente \_\_\_\_\_ Zonas altas \_\_\_\_\_ Zonas bajas \_\_\_\_\_

**Condiciones climáticas durante las semanas anteriores a los primeros síntomas:**

Lluvia \_\_\_\_\_ Sequía \_\_\_\_\_ Bajas temperaturas \_\_\_\_\_

Altas temperaturas \_\_\_\_\_ Vientos \_\_\_\_\_

**Agroquímicos aplicados**

**Dosis**

**Frecuencia de aplicación**

Fertilizantes _____	_____	_____
Herbicidas _____	_____	_____
Fungicidas _____	_____	_____
Insecticidas _____	_____	_____
Otros _____	_____	_____

**Esterilización del suelo**

Vapor \_\_\_\_\_ Química \_\_\_\_\_

**Estimación de pérdidas**

\_\_\_\_\_ % Cantidad      \_\_\_\_\_ % Calidad

Otras pérdidas: \_\_\_\_\_

### 3.3 Diagnóstico de plagas de maíz

Existen diferentes problemas del maíz, que se presentan en el campo desde la siembra hasta la cosecha. El diagnóstico adecuado de los mismos es el aspecto de mayor interés para que tanto técnicos como productores, elaboren una estrategia y seleccionen las mejores alternativas para contrarrestar las plagas. (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Problemas fitosanitarios del maíz, de acuerdo con su etapa de crecimiento, síntomas y posibles causas.**

PROBLEMA	SINTOMAS	CAUSA(S) PROBABLE(S)
<b>Etapa: Después de la emergencia</b>		
Población irregular de plántulas por falta de semillas		Problemas en la máquina sembradora, ataque de roedores o pájaros
	Semilla de apariencia anormal, no hinchada ni germinada	Condiciones desfavorables del suelo (muy frío, seco)
	Semillas de apariencia normal, hinchada pero no germinada	Condiciones desfavorables del suelo (frío, seco, mojado). Daño químico
	Semilla muerta, podrida	Condiciones desfavorables del suelo. Daño químico. Siembra de semillas dañadas Daño por <i>Pythium</i> , <i>Diplodia</i> o <i>Gibberella</i>
	Semilla con cavidades o comidas	Daño de insectos. (hormigas)
	Plántulas retorcidas, hojas expandidas bajo la superficie del suelo	Condiciones desfavorables de textura del suelo Semilla sembrada muy profunda Daño químico (fertilizantes, pesticidas)
	Plántulas cortadas	Daño por <i>Listronotus</i> , <i>Agrotis</i> , <i>Spodoptera</i> Hormigas ( <i>Atta</i> sp)

(Cuadro 7. Continuación)

PROBLEMA	SINTOMAS	CAUSA(S) PROBABLE(S)
Población irregular de plántulas por falta de semillas	Plántulas arrancadas, semillas desenterradas, comidas	Pájaros, ratas, ardillas, taltuzas
	Emergencia lenta, dispareja	Problemas de la máquina sembradora  Condiciones desfavorables del suelo, semilla sembrada muy profunda Baja fertilidad
<b>Etapas: De emergencia a 50 cm de altura:</b>		
Crecimiento lento, disparejo	Plántulas pequeñas, débiles	Condiciones desfavorables de suelo Baja fertilidad Insectos que atacan a las raíces Daño químico
Apariencia anormal de la planta	Hojas descoloridas: Hojas bajas muertas, puntas de las hojas muriendo	Daño por fertilizante
	Raíces secundarias podridas	Nivel freático alto Mal drenaje
	Color verde pálido general	Deficiencia de N, S o exceso de agua
	Borde de las hojas amarillo o necrótico	Deficiencia de K
	Puntas de las hojas púrpura o rojiza	Deficiencia de P Daño de insectos del suelo
	Bandas blancas y amarillas entre las venas de las hojas	Deficiencia de Mg, Fe, Mn, B o suelos ácidos
	Bandas blancas a lo largo de la vena	Deficiencia de S

(Cuadro 7. Continuación)

PROBLEMA	SINTOMAS	CAUSA(S) PROBABLE(S)
Apariencia anormal de la planta	Áreas blancas amplias, centro o hacia la base de la hoja	Deficiencia de Zn
	Hojas enrolladas, marchitas o arrugadas	Insectos que atacan las raíces Daño químico (especialmente 2,4-D) Daño mecánico en las raíces Déficit de humedad
	Hojas deshilachadas	Daño por viento Granizo Daño de insectos
	Hojas manchadas o rayadas	Daño por viento pH del suelo bajo Daño de insectos Daño químico o del sol
	Hojas comidas: Agujeros grandes Agujeros pequeños Cortes en los márgenes	Daño de <i>Spodoptera</i> Daño de Crisomélidos Daño de <i>Mocis</i> , <i>Diatraea</i> Hormigas, <i>Spodoptera</i> Crisomélidos
Plantas que se marchitan y mueren rápidamente	Daño de insectos en las raíces y tallo Daño por viento (plantas quebradas) Marchitez bacterial Daño químico Déficit de humedad	
Plantas retorcidas o quebradas	Daño por herbicidas, (especialmente 2,4-D) seguido de viento fuerte	
<b>Etapas: 50 cm a floración.</b> Este es el período de crecimiento más rápido. Las demandas por nutrientes y agua son altas.		
Plantas inclinadas o caídas	Daño al tallo	Daño de barrenadores ( <i>Diatraea</i> sp.)
	Daño al sistema radical	Daño anterior de <i>Phyllophaga</i> , viento.
	Rotura de la base del tallo	Toxicidad de 2,4-D

(Cuadro 7. Continuación)

PROBLEMA	SINTOMAS	CAUSA(S) PROBABLE(S)
Apariencia anormal de la planta	Hojas muertas o descoloridas	Deficiencia de nutrientes toxicidad por fertilizantes o plaguicidas en el follaje Temperaturas elevadas. (primero en hojas superiores) Quemadura de sol
	Hojas manchadas o estriadas	Bajo pH del suelo Deficiencias nutritivas Daño químico Daño de patógenos Daño de insectos Rayados genéticos
	Hojas comidas	Ganado o animales silvestres. Daño de insectos
	Hojas deshilachadas o cortadas	Daño por granizo Daño por viento Daño de insectos
	Plantas enanas, hojas muy juntas unas de otras, hojas amarillas o rojas, mazorcas múltiples o malformadas.	Mosaico enano del maíz Micoplasma, Espiroplasma
	Espigas masculinas proliferan en grupos de ramificaciones	Daño de <i>Sclerophthora</i>
	Agallas grises o negras en diversas partes de la planta	Daño de carbón común
	Tallos muy delgados, débiles, amarillos	Deficiencia nutritiva Exceso de humedad Daño a las raíces
	Plantas marchitas o fuertemente enrolladas	Sequía Daño a las raíces Daño químico

(Cuadro 7. Continuación)

PROBLEMA	SINTOMAS	CAUSA(S) PROBABLE(S)
Apariencia anormal de la planta	Raíces adventicias enroscadas	Daño por 2,4-D
	Espigas masculinas comidas (cuando están aún compactas)	Insectos cogolleros
<b>Etapa: De la floración a la madurez</b>		
Hojas afectadas	Comidas	Ganado o animales silvestres Insectos
	Hojas deshilachadas	Daño por granizo Daño por viento
	Hojas secas (parecen quemadas)	Baja temperatura Helada Sequía Enfermedades (podrición del tallo, tizón foliar) Daño químico Daño por insectos
	Hojas rojas a púrpura	Característica genética Mosaico enano Deficiencia de P
Estigmas dañados	Comidos	Insectos eloteros y cogolleros, escarabajos <i>Mocis</i>
	Ausencia de estigmas o aparición tardía de los mismos	Calor Sequía Deficiencia de N, P o desbalance nutricional
		Insectos Densidad de población muy alta
	Coloración roja o verde	Característica genética Estigmas nuevos
Tallos afectados	De color rojo o púrpura	Característica genética Achaparramiento



(Cuadro 7. Continuación)

PROBLEMA	SINTOMAS	CAUSA(S) PROBABLE(S)
Tallos afectados	Mal desarrollo de mazorcas	Sequía, calor Deficiencia de nutrientes Insectos Estigmas comidos Enfermedades (carbón, M.D.M.V., achaparramiento) Densidad de población muy alta
	Plantas quebradas bajo la mazorca	Viento, daño por pudrición del tallo Deficiencia de K Insectos (barrenadores) termitas
	Tallos quebrados sobre la mazorca	Viento, daño de barrenador, termitas
	Muerte prematura	Enfermedad (pudrición del tallo, tizones foliares, mancha foliar por <i>Kabatiella</i> ) Helada Sequía extrema
Mazorcas afectadas	Pequeñas, malformadas, livianas	Deficiencia nutritiva Sequía Daño mecánico a la planta Densidad de población alta Daño por hongos
	Sin mazorca	Enfermedad (carbón de la panoja masculina, achaparramiento) Altas densidades de siembra Baja fertilidad Sequía Daño por insectos
	Mazorca caída	Sequía Insectos (barrenador)
	Granos dispersos en la mazorca	Falta de suficiente polen Estigmas comidos antes de la polinización

(Cuadro 7. Continuación)

PROBLEMA	SINTOMAS	CAUSA(S) PROBABLE(S)
Mazorcas afectadas	Granos comidos	Insectos (elotero, barrenador, escarabajos, cogollero) Pájaros y otros animales silvestres
	Mazorca podrida (total o parcialmente)	Daño de <i>Fusarium</i> , <i>Gibberella</i> , <i>Diplodia</i> Insectos Pájaros
	Túneles de insectos en la mazorca, olo-te, asta	Barrenador, termitas

## **4. PLAGAS DEL CULTIVO**

El término "plaga" se utiliza en esta guía para referirse a los organismos que son competidores o antagonicos con el cultivo (hongos, bacterias, virus, micoplasmas, nematodos, insectos, ácaros, malezas y otros).

En este capítulo, se presentarán en forma general las diversas plagas que se consideran claves o que influyen en forma directa sobre la planta y su producción. Otras constituyen plagas potenciales y/o secundarias, ya que aunque estén presentes no siempre afectan al cultivo, salvo bajo condiciones específicas, que les sean favorables para su desarrollo y expresión sobre el cultivo. Información adicional específica a cada plaga mencionada o no en esta guía, se puede buscar en la bibliografía selecta al final de esta guía.

### **4.1 Prevención y Manejo de Plagas**

El buen manejo de las plagas en el maíz debe basarse en el establecimiento de un cultivo sano y vigoroso, por lo que es necesario desarrollar una serie de actividades previas a la siembra destinadas a prevenir o disminuir el ataque de plagas. Una vez establecido el cultivo, proveerle la protección adecuada, usando en forma eficiente las diferentes tácticas de control, especialmente las de tipo cultural, biológico y químico.

#### **Prácticas Culturales**

Están destinadas a reducir los daños causados por las plagas, al proveer al cultivo las condiciones óptimas para su desarrollo, desfavoreciendo a la vez el desarrollo y proliferación de las plagas. Las prácticas culturales se realizan antes de sembrar el cultivo, durante el desarrollo de éste y después de la cosecha, tratando de asegurar su continuidad y eficiencia dentro del sistema de producción. A continuación se mencionan algunas de las prácticas culturales más relevantes que se emplean en el manejo del cultivo y que son mayormente de tipo preventivo.

##### **Preparación del terreno**

Eliminar las malezas y residuos que puedan albergar poblaciones incipientes de plagas insectiles o inóculo de patógenos, con lo que se retardará su ataque al cultivo. La quema de rastrojos no es recomendable, sobre todo en terrenos de pendiente pronunciada, ya que esto acelera los problemas de erosión. Los pases de arado y rastra en terrenos planos ayudan a exponer a la radiación solar a larvas de insectos del suelo, que también pueden ser atrapadas por depredadores. Asimismo, ayudan a airear el suelo y a eliminar el inóculo de patógenos. En terrenos con problemas de coyolillo, y durante el período seco, esa medida ayuda a desenterrar los tubérculos de esta maleza, para su deshidratación.

Cuando sea práctico, limpie los utensilios de labranza para no diseminar con ellos semillas o partes vegetativas de malezas como el coyolillo y la caminadora.

Por otra parte, se ha observado que la cero labranza, disminuye la colonización de algunos insectos plaga, reduciéndose también los daños causados por los mismos.

### Selección de la semilla

Hacer uso de semillas mejoradas (híbridos o variedades) disponibles en el comercio y cuya adaptación a la zona sea conocida. Asegúrese de usar semilla limpia y libre de contaminación de patógenos o de semillas de malezas.

Si planea usar semilla de su propia cosecha para su siembra siguiente, proceda de la siguiente manera:

Marque en el campo las plantas que muestren características deseables como tamaño de mazorca, vigor y sanidad.

Cuando coseche, colecte las mazorcas de esas plantas y selecciónelas por la uniformidad, tamaño y sanidad del grano.

De las mazorcas seleccionadas, descarte los granos de los extremos y utilice solamente los de la parte central como material de siembra.

Trate después la semilla con una mezcla de fungicida e insecticida y almacénela en recipientes bien tapados y colocados en un sitio seco y protegido, evitando el ataque de patógenos, insectos o roedores.

### Epocas de siembra

La época óptima de siembra del maíz es un factor importante en la mayor producción de grano y/o forraje. Si la localidad o región no dispone de agua de riego, obviamente, la época de siembra estará supeditada a la precipitación pluvial.

El arreglo en espacio y tiempo de siembra de los cultivos asociados constituye una práctica potencial para el manejo racional de las poblaciones de insectos en los agroecosistemas diversificados. Por ejemplo, en algunos estudios efectuados, el daño de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se redujo en un 88% en el cultivo de maíz al asociarlo con frijol, efectuando la siembra de éste entre veinte y cuarenta días antes que el maíz.

### Sistemas de cultivo

El maíz puede adecuarse a varias modalidades de siembra. El monocultivo es la más utilizada en explotaciones a escala comercial o semicomercial; se practica generalmente en áreas planas y mecanizadas con buenas condiciones de temperatura y luz solar, y se basa en el uso de variedades con alto grado de uniformidad genética, tecnología mejorada y alta inversión de insumos. Esta situación vuelve al cultivo propenso al ataque de plagas. Las prácticas culturales deben emplearse al máximo para evitar en lo posible el uso excesivo de plaguicidas.

Los cultivos asociados tienen gran potencial para lograr un equilibrio entre la producción de alimentos y la conservación de las condiciones agroecológicas. En ellos se combina el maíz con sorgo, frijol y otros cultivos. Son propios de áreas de ladera y practicados por agricultores con poca tierra y recursos económicos limitados. Esta forma de manejo de los cultivos es la actividad agrícola de mayor importancia para la región centroamericana donde el pequeño productor representa una unidad productiva relevante.

El diseño de estos sistemas constituye una respuesta a las condiciones climáticas imperantes en la región. En zonas semiáridas con poca y errática distribución de lluvias, el sistema maíz + sorgo constituye un "seguro" para el agricultor ya que en condiciones extremas de sequía, cosechará al menos el sorgo.

En zonas de alta precipitación, el sistema maíz + yuca también provee un "seguro" para el agricultor, ya que la lluvia excesiva puede destruir la cosecha de maíz, pero cosechará la yuca, que además de servirle de alimento, le proporciona un producto para el mercado, e ingresos para sus necesidades inmediatas.

La asociación del maíz con frijol y cucurbitáceas puede ser de gran valor en la sanidad del cultivo y la alimentación del grupo familiar.

El daño causado por cortadores y cogollero en ciertas zonas, disminuye cuando el maíz se cultiva en asocio con la leguminosa *Cannavalia ensiformis*.

El sistema de cultivos del productor debe adaptarse a las condiciones de su terreno y a sus necesidades familiares.

## Siembra

En áreas de ladera, con un bajo nivel tecnológico se recomienda realizar la siembra en surco continuo, siguiendo las curvas de nivel. Esta metodología reducirá la pérdida de suelo por erosión y ayudará al manejo de malezas y enfermedades.

La siembra mecanizada se realiza con sembradora, con separación de 0.80 a 1.00 entre hileras y 0.25 m entre plantas para una densidad aproximada de 40,000 a 50,000 plantas por hectárea.

## Fertilización

El régimen de fertilización a utilizar debe ser el recomendado con base en el análisis químico de suelos. Sin embargo, una gran cantidad de productores carece de este apoyo. Se ha determinado que el maíz en general requiere de un abonamiento a la siembra de 20-50 kg/ha de N, 30-60 kg/ha de  $P_2O_5$  y 20-40 kg/ha de  $K_2O$  y de 50-80 kg/ha de N a los 30 días de la emergencia del cultivo, o al aporque, dependiendo de la fertilidad natural de los suelos. Generalmente se aplica el abono completo en la siembra, a un lado de la semilla y ligeramente por debajo de ésta, con espeque si es tecnología del pequeño agricultor, o con la misma sembradora-abonadora si es mecanizada. A los 30 días de la siembra, se aplica el abono en la base de cada planta, o bien en banda a lo largo del surco en la siembra mecanizada.

## Cosecha y almacenamiento

Es recomendable el doblado de los tallos de maíz a la madurez fisiológica de la planta para prevenir humedad del grano a la cosecha. A su vez, es necesario que el maíz se coseche en la etapa de madurez fisiológica completa. Hay que sacar el producto del campo y llevarlo a un sitio de acopio, en donde se seleccionan las mazorcas sanas y se eliminan aquellas que presenten daños por hongos o insectos. Las pérdidas que puede tener el agricultor por dejar el maíz en el campo durante varios meses después del momento adecuado de cosecha no han sido cuantificadas. Los hongos e insectos colonizan las mazorcas desde ese estadio de la planta y sus daños se reflejan en la etapa de almacenamiento. La ingestión del grano infectado con hongos puede ser muy peligroso para la salud.

Después del desgrane, el producto, con un bajo porcentaje de humedad (12-15%), se debe almacenar en recipientes herméticos o en silos de metal, como los usados por algunos productores medianos o grandes. Utilice pastillas fumigantes, envueltas en una pequeña bolsa de tela, para poder retirar los residuos cuando se limpie el silo antes de volver a usarlos. Nunca use insecticidas en polvo, que pueden ser difíciles de detectar y peligrosos para la salud.

El almacenamiento en tusa puede hacerse en trojas pequeñas cerca de la casa, o bien en trojas dentro de la misma. Ubíquelas cerca de la cocina, para que el calor y el humo ayuden a secar el grano y lo protejan de los insectos. Además, tome precauciones para evitar el daño producido por roedores.

## Disposición de residuos de cosecha

Al cosechar, elimine los residuos de cosecha del campo, ya que las tusas, olores y tallos pueden quedar infestados de organismos patógenos o insectos que afectarán al cultivo de rele-

vo, o a la próxima siembra de maíz. De acuerdo con la pendiente del terreno, a la estación del año, al tipo de suelo, al uso inmediato que se dará a la tierra y a otros factores (pastoreo de animales, por ejemplo) decida si realizarán la "quema controlada" de los residuos. Siendo la conservación del suelo de capital importancia, **la quema no es recomendable**, por lo que es preferible hacer el carrileo de los residuos.

## **Control Biológico**

La existencia de organismos benéficos en el cultivo del maíz debe ser considerada en toda decisión de manejo, procurando no perturbar demasiado sus poblaciones. Existen muchas especies de depredadores y parásitos que atacan a los insectos dañinos y contribuyen a mantenerles en niveles suficientemente bajos como para que no causen daño. Los huevos de lepidópteros son destruidos en buena medida por minúsculos parásitos y depredadores, ocurriendo algo parecido con larvas y pupas. Existen además organismos patógenos como hongos, bacterias y virus que producen una mortalidad considerable entre las larvas de insectos del follaje, tallos y raíces. En todo programa de manejo se deben tomar datos sobre las poblaciones de organismos benéficos.

En caso de tener que aplicar alguna medida de control, sobre todo el uso de plaguicidas, debe hacerse tomando en cuenta la existencia de controladores biológicos para evitar, en lo posible, cualquier perturbación a su tarea benéfica.

## **Control Químico**

El buen uso de los plaguicidas constituye una valiosa táctica de control para evitar los daños al cultivo por parte de algunas plagas que podrían causar pérdidas cuantiosas si no se controlan a tiempo. Los plaguicidas, sin embargo, deberán aplicarse usando criterios derivados del monitoreo de las plagas y sus enemigos naturales y considerando sus efectos secundarios como la resurgencia de plagas secundarias, el desarrollo de resistencia y la contaminación ambiental (Capítulo 1). Algunas pautas para el uso de los plaguicidas incluyen:

Una correcta identificación de la plaga, para hacer la mejor decisión de control y escoger el producto más apropiado para el combate, en caso necesario.

Leer la etiqueta del producto para evitar errores en la dosificación y aplicación del mismo.

Hacer uso del equipo de aplicación y protección apropiados.

Realizar las aplicaciones en el momento propicio cuando la plaga se encuentra en una etapa vulnerable de su ciclo, con lo que pueden ahorrarse una o más aplicaciones innecesarias.

Si hubiera colmenas de abejas cercanas al cultivo, retirarlas a tiempo para evitar su destrucción.

Evitar las aplicaciones "preventivas", el aumento de las dosis y número de aplicaciones. Basar estas en los criterios derivados del monitoreo y muestreo, cuando éstos hayan sido desarrollados.

Evitar la contaminación de canales de riego, ríos y otros cuerpos de agua para no afectar a la fauna acuática ni provocar intoxicaciones a otros organismos.

Mantenerse informado sobre los productos y la regulaciones y restricciones establecidas sobre su uso.

## **4.2 Plagas Invertebradas (insectos, ácaros, moluscos)**

### **Insectos**

Los agricultores se enfrentan cada día a una serie de plagas de insectos que reducen el rendimiento del maíz, y que atacan al cultivo en todas las etapas de su desarrollo (Fig. 8).

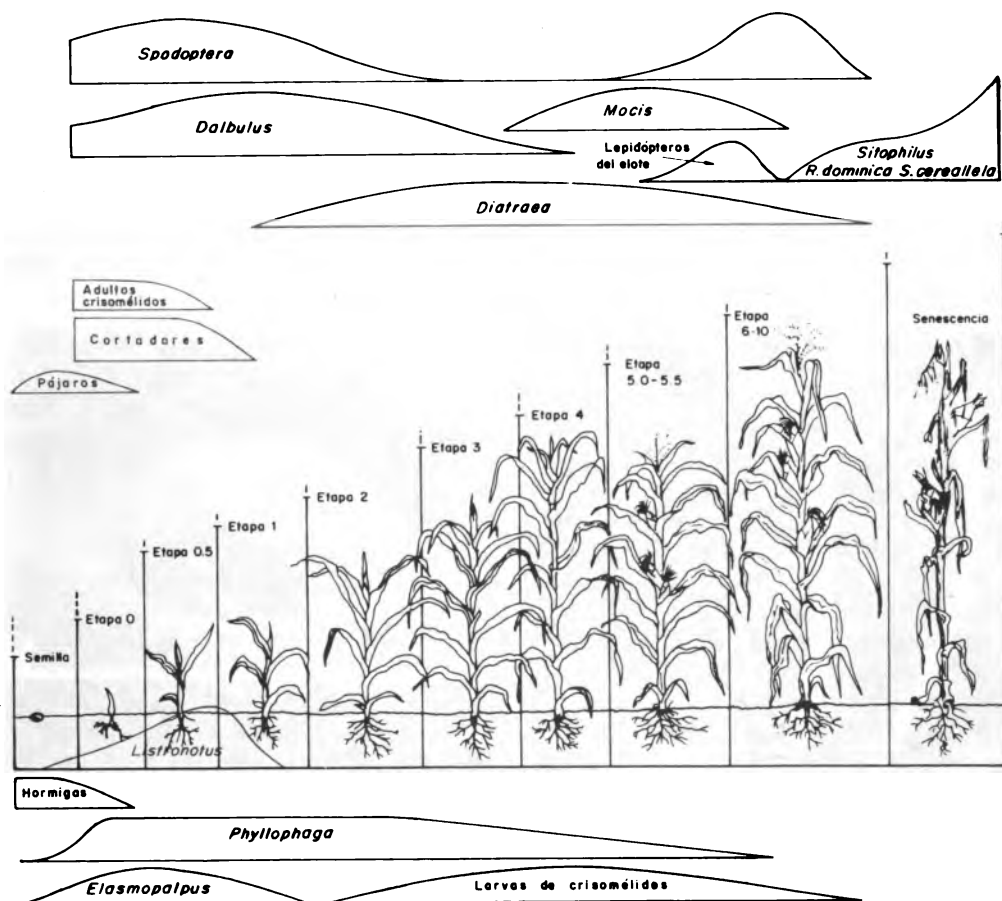


Figura 8: Plagas insectiles en las distintas etapas de desarrollo del cultivo del maíz.

Aquí se presentan las principales plagas insectiles detectadas en Centroamérica y Panamá, considerando que algunas no mencionadas en esta guía, probablemente se constituyan en el futuro como plagas primarias, dadas las modificaciones producidas por las prácticas agrícolas.

Las plagas consideradas primarias son *Phyllophaga* spp., *Listronotus* sp., *Diabrotica* spp., *Diatraea* spp., *Mocis latipes*, *Dalbulus maidis*, *Spodoptera frugiperda* y *Sitophilus* sp., y como secundarias, que son localizadas, pero en ciertos momentos pueden convertirse en primarias: *Schistocerca* spp., *Solenopsis* sp., *Aeolus* sp., *Cyrtomenus* sp., *Cerotoma* sp., *Agrotis* spp., *Elasmopalpus lignosellus* y *Heliothis zea*. Algunos de estos se describirán en detalle, indicando su importancia, biología, y métodos de manejo.

***Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) Larva: gallina ciega, joboto, chobote, orontoco. Adulto: mayate, ronrón, abejón, chicote, (Fig. 9).**

Importante plaga del suelo en Centroamérica. Varias especies de *Phyllophaga* se alimentan de material vegetativo en descomposición y sólo unas pocas constituyen plagas de las raíces.

ces de las plantas. Existen especies tanto de ciclo anual como bianual, lo que complica las medidas para su control.

Ciclo de vida: huevo blanco perlado, forma ovoide a esférico, de 2.5 mm, en posturas de 10 a 14, colocados bajo la cobertura de zacate o maleza. La larva tiene una duración de 8-24 meses dependiendo de la especie, pasando por 3 estadios, longitud de 25-40 mm, color blanco cremoso cuerpo en forma de "C", cabeza prominente, café-amarillenta, mandíbulas fuertes, patas traseras peludas y desarrolladas (Fig. 9a). Las larvas empupan en una celda que hacen en el suelo. La pupa es café claro (Fig. 9b). Adultos de mediano a grandes, color café-oscuro a naranja-café (Fig. 9c). Emergen y vuelan poco después de las primeras lluvias y son atraídos fuertemente por la luz artificial. Se aparean al atardecer y se posan en las hojas anchas de ciertos árboles o arbustos en donde se alimentan (*Erythrina poeppigiana*, *Annona* sp., *Ceiba* sp., *Hibiscus* sp., *Manihot esculenta*, y otros).

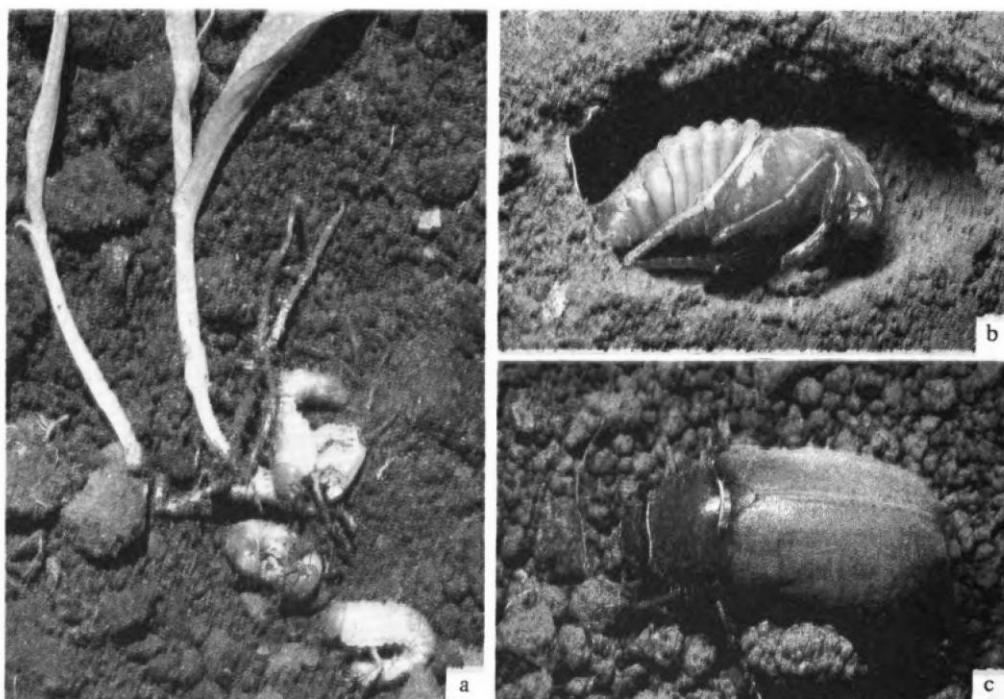


Figura 9: *Phyllophaga* spp a) Larva y plántulas de maíz dañadas b) Pupa en su celda c) Adulto

El daño de la larva se produce en el tercer estadio, y se manifiesta en el campo en forma de parches o manchas, generalmente en los meses de junio a octubre, con ciertas variaciones.

El procedimiento de control para las especies de ciclo bianual se basa en la preparación del suelo o labranza con arada profunda y varios pases de rastra, realizado en verano o invierno. En especies de ciclo anual este método no parece tan efectivo, ya que se ha comprobado una mayor oviposición y mayor daño del insecto en labranza convencional que en mínima o en cero labranza.

El control químico en uso consiste en aplicaciones preventivas, realizadas poco antes o al momento de la siembra, con insecticidas granulados al suelo. Otros insecticidas recomendados son formulaciones líquidas, para tratamiento de la semilla en germinación.

En el control biológico de este insecto hay potencial para el uso del nemátodo *Neoaplec-*



*tana grasevi* en asocio con la bacteria *Bacillus popilliae*, causante de la enfermedad lechosa de la gallina ciega. Existen otros enemigos naturales como depredadores y parásitos, pero su acción no ha sido estudiada ni cuantificada.

Se han usado trampas de luz artificial para atraer los adultos y realizar una matanza nocturna. Incluso se ha usado fuego con el mismo fin. La destrucción de malezas por laboreo o herbicidas meses antes de la siembra puede ayudar a reducir los daños.

A pesar de ser una plaga problema, no se ha logrado realizar un control adecuado, reducir los daños ni determinar con exactitud su aparición, esto último debido a que en algunas ocasiones se traslapan las poblaciones de especies anuales y bianuales.

El adulto no es tan dañino como la larva, pero ocasionalmente daña las inflorescencias del maíz.

***Listronotus dietrichi* (Stockton) (Coleoptera: Curculionidae), gorgojo, picudo del tallo, (Fig. 10).**

Se conoce su distribución en Centroamérica y Panamá, a excepción de Guatemala. El daño lo ocasiona al endospermo de las semillas germinadas, los puntos de crecimiento y en ocasiones también barrenan el tallo de las plántulas.

Ciclo de vida: Larva de 3-5 mm de largo, color blanco y de apariencia gruesa, ápoda, cabeza pequeña anaranjada (Fig. 10a). Adulto de 4 mm de largo, elongado, café oscuro, pronoto y élitros densamente cubiertos de fosos y cerdas cortas, rostro corto (Fig. 10b). A menudo se encuentran en el suelo en la base de las plántulas o alimentándose de los cogollos.

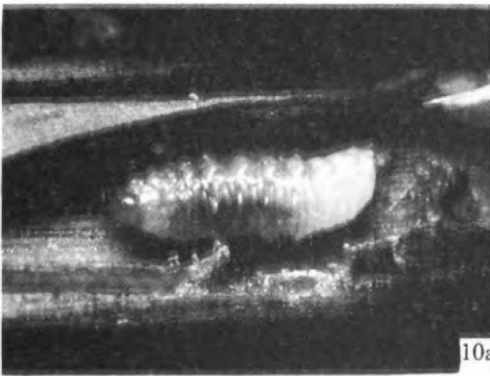


Figura 10: *Listronotus dietrichi*  
 a) Larva en un tallo de maíz barrenado  
 b) Adulto en hoja de maíz

Figura 11: *Diabrotica* spp. Adulto en hoja de maíz



Es una plaga que se alimenta en forma localizada, y su daño se incrementa bajo condiciones secas, así como en áreas que han sido inundadas durante la época húmeda. El daño se produce por manchones, y cuando se detecta tardíamente el control del insecto no resulta efectivo. Los tratamientos de semilla son bastante eficaces para evitar los daños.

***Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), tortuguilla, vaquita, (Fig. 11).**

Estos insectos están distribuidos en toda la región de Centroamérica y Panamá. Son importantes en la fase de larva, en la cual se alimentan de las raíces de las plantas. Aunque no inciden en los rendimientos en sí, predisponen las plantas al acame o provocan la pérdida de las mismas por pudrición debido al ataque de patógenos. El adulto ataca las hojas, y el impacto del daño varía de acuerdo con la intensidad del ataque, la edad de la planta y al estrés que ésta sufra al momento de la infestación.

Ciclo de vida: El huevo, de color blanco a amarillo, ovoide, es colocado cerca de las raíces de gramíneas y malezas.

Larva blanco-cremosa, elongada, cabeza café, pasa por tres estadios, volviéndose más corta y gruesa a la madurez. Adulto 4-6 mm de largo, cuerpo con diferentes tonalidades de color, la cabeza muy proyectada hacia adelante (Fig. 11).

En general las larvas de los crisomélidos que atacan el maíz se reconocen en los últimos estadios por poseer un "escudo" esclerotizado en el dorso del último segmento abdominal.

El manejo de esta plaga en el maíz no se ha considerado en forma general aunque en campos en donde hay historial de daño, los agricultores hacen aplicaciones de insecticidas al follaje, o al suelo al momento de la siembra.

En campos no arados y con rastrojos, disminuye el ataque a las plántulas por los adultos de *Diabrotica* spp.

Como agentes de control biológico se conocen una hormiga depredadora de huevos, *Solenopsis geminata*; un parasitoide del adulto, *Celatoria diabroticae*. Como depredadores del adulto se han reportado *Castolus tricolor*, *Repipta taurus*, *Chauliognathus* sp. y otros.

***Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae), barrenadores del tallo, tala-dradores del tallo, (Fig. 12).**

La distribución de estas especies es amplia, abarcando desde el sur de los Estados Unidos hasta América del Sur. La especie más importante en la mayoría de las áreas de América Central es *D. lineolata*, cuyo daño se presenta en el cogollo de la planta o como perforaciones del tallo (Fig. 12a) que la predisponen al acame. Pueden también taladrar la mazorca. Una larva por planta puede reducir el rendimiento en un 3-6%.

Ciclo de vida: Huevo amarillo, como escama, colocado en filas yuxtapuestas en el envés o haz de las hojas, desarrolla una banda roja antes de la eclosión. La larva pasa por siete estadios. Color blanco con parches distintos negros a café en cada segmento (Fig. 12b), empupan en la galería que han abierto en el tallo (Fig. 12c). Al final de la estación lluviosa las larvas suspenden su desarrollo y entran en un período de diapausa que se prolonga durante toda la estación seca. Una vez que se inician las lluvias, las larvas empupan y aparece una nueva generación de palomillas. Adulto con alas delanteras cremosas a beige, traseras blanco cremoso (Fig. 12d). Las hembras son de mayor tamaño que los machos.

Control cultural. La destrucción de rastrojos antes de la siembra ayuda a reducir las poblaciones en diapausa. Las siembras tempranas, variedades precoces, rotación de cultivos, alta

densidad de siembra, y adecuada fertilización son medidas adicionales recomendables. El control químico resulta poco efectivo en la mayoría de los casos por el hábito que tiene la plaga de mantenerse dentro del tallo perforado.

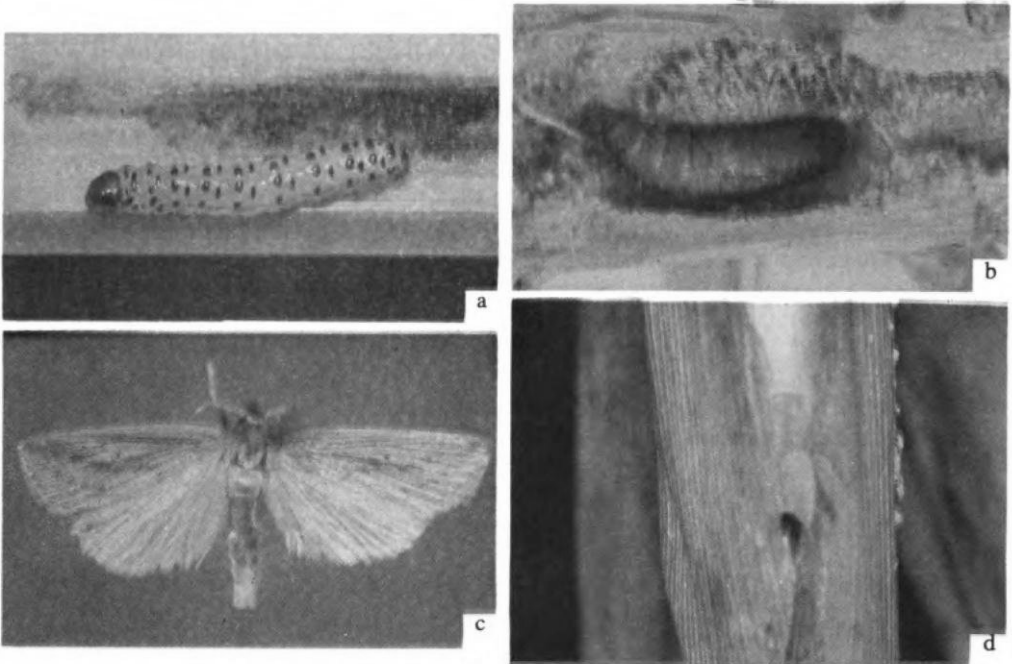


Figura 12: *Diatraea* spp. a) Larva obscura b) Pupa en galería de un tallo de maíz c) Adulto d) Perforación del insecto en el tallo de maíz

El control biológico gira alrededor de parasitoides del huevo (*Trichogramma minutum*, *Trichogramma* sp.), parasitoides de la larva (*Apanteles diatraeae*, *Agathis* sp.); *Spilochalcis* sp. parasita las pupas. Existen también depredadores de huevos como *Ceratomegilla maculata* y patógenos fúngicos como *Aspergillus flavus* y *Entomophthora* sp. El control biológico con el braconido *Cotesia flavipes* ha resultado efectivo para el control de *D. saccharalis* en Panamá durante varios años. Se recomienda a las instituciones nacionales estimular trabajos con *C. flavipes* en maíz y sorgo, como los ya iniciados en Honduras y El Salvador.

Se ha desarrollado una escala, basada en la presencia de la plaga, donde se ubica un nivel crítico para la toma de decisión de aplicar un insectida, cuando el 25% de las plantas revisadas presenten huevos y larvas jóvenes en las hojas. Para el agricultor, sin embargo, resulta difícil distinguir las oviposiciones, ya que los huevos son extremadamente pequeños. Además, el parasitismo de huevos por *Trichogramma* sp. puede ser considerable e igualmente indistinguible. Asimismo, les confunde el parecido que tiene la larva en el primer estadio con la larva de cogollero. No existen métodos adecuados para el control de los barrenadores debido a la dificultad de asociar su presencia con el daño.

***Mocis latipes* (Guenee) (Lepidoptera: Noctuidae), langosta medidora, falso medidor, (Fig. 13).**

Su distribución abarca desde México, Centro, Sur América y el Caribe. Alcanza niveles

poblacionales muy altos, generalmente durante períodos secos, como la canícula o al final del invierno. Inician el daño en gramíneas alrededor del campo de cultivo y posteriormente pasan al maíz, comiendo la mayoría del follaje, dejando solamente la vena central de la hoja (Fig. 13a).

Ciclo de vida: los huevos son colocados en grupos de 40-60 cerca de la vena central en el envés de las hojas. Larva color paja a café claro, con dos bandas torácicas negras, dos rayas longitudinales amarillas y café en la cabeza y el cuerpo. Caminan como medidores (Fig. 13b). Al terminar de alimentarse, empupan en la misma planta u otras cercanas, entre dos hojas entretrejidas o en una hoja doblada. El adulto es de color café a gris oscuro con marcas más oscuras en el centro de las alas delanteras.

Los hospedantes alternos son las malezas gramíneas de los géneros *Cynodon*, *Digitaria* y *Cenchrus*.

El control cultural, se puede realizar eliminando las malezas gramíneas cercanas a los lotes de cultivo con lo que se reducen las poblaciones y se minimiza el daño. El control químico generalmente se hace cuando ya se ha iniciado el daño o cuando éste es muy avanzado, con lo que se logra muy poco éxito. Aunque existen enemigos naturales (parasitoides de larvas y pupas y patógenos fúngos), es necesario realizar mayor investigación para manipularlos y mejorar este tipo de control.

El nivel crítico recomendado para su control es de una larva por dos plantas, pero por su hábito, la larva tiende a caer al suelo y esconderse, lo que puede afectar la exactitud de los recuentos. Se recomiendan las inspecciones nocturnas en las cercanías y debajo de las plantas de maíz.

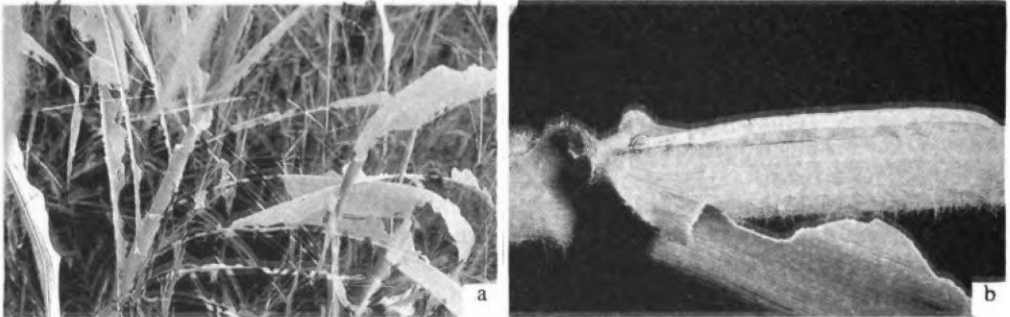


Figura 13: *Mocis latipes* a) Planta de maíz defoliada b) Larva de insecto

### ***Dalbulus maidis* (DeLong et Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae), chicharrita del maíz, salta hoja, cigarrita, (Fig. 14).**

Su distribución abarca desde el sur de los Estados Unidos, Centro y Sur América y el Caribe, hasta alturas de 2,000 msnm. Aparentemente este insecto está restringido al género *Zea*. Su importancia está relacionada con su forma de alimentación (chupador), y con su capacidad de transmitir dos enfermedades distintas con sintomatología parecida, que constituyen limitantes de la producción de maíz en la vertiente Pacífico Central de Centroamérica (Espiroplasma raza Río Grande y Micoplasma raza Mesa Central), que muestran los síntomas (Fig. 14a) cuatro a seis semanas después de la infección (ver 4.3, Enfermedades). El daño es ocasionado por los adultos y las ninfas.

Ciclo de vida: Huevos colocados en hileras pegadas de hasta 8, entre las venas del haz de las hojas del cogollo y algunas veces entre las láminas de las hojas jóvenes. Ninfa amarilla,

traslúcida, pasa por cinco estadios. Se alimenta de las bases de las hojas del cogollo, entre las hojas, o del tallo en la parte inferior de la planta. Adulto 3-4 mm, amarillo paja, con manchas redondas negras sobre el vértice de la cabeza. Alas delanteras translúcidas (Fig. 14b). A menudo viven en colonias en las que se encuentran todos los estadios. La severidad del daño por las enfermedades dependerá de lo temprano que ocurra la inoculación.

El daño de la plaga está condicionado por el manejo que se dé a la enfermedad. Las siembras tardías junto a condiciones secas favorecen el ataque de la plaga. En cuanto a control biológico, existen parasitoides como *Agonatopus bicolor*, que atacan adultos y ninfas. El *Agonatopus* sp., nativo de América Central, puede ser un agente biológico promisorio (Fig. 14c).



Figura 14: *Dalbulus maidis* a) Síntomas de amarillamiento b) Adulto del insecto c) *Agonatopus* sp. atacando adulto de *Dalbulus*.

***Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), gusano cogollero, pelón, palomilla de maíz, gusano vainero (Fig. 15).**

Distribución en América y el Caribe. El daño de esta plaga lo inicia la larva joven haciendo ventanitas en las hojas. Las larvas grandes se alimentan vorazmente del cogollo, haciendo agujeros grandes e irregulares, dejando abundante excremento como huella. El cultivo es afectado en casi todas sus etapas, a nivel de plántula como cortador; al llenado del grano, como elotero y en todas las etapas ocasionalmente corta y orada los tallos (Fig. 15a). La flor

masculina puede ser dañada hasta resultar en una disminución del contenido de polen, que incidirá en la producción.

Entre los hospedantes alternos más importantes se encuentran: sorgo, pastos elefante, guinea, jaraguá, y johnson. Otros hospederos de importancia son el frijol, maní, ajonjolí, papa, tabaco, cebolla, pepino, repollo y camote.

Esta plaga, que anteriormente se consideraba como una sola especie, en realidad corresponde a dos especies o subespecies, una de las cuales afecta el arroz y otras gramíneas, mientras que la otra afecta al maíz.

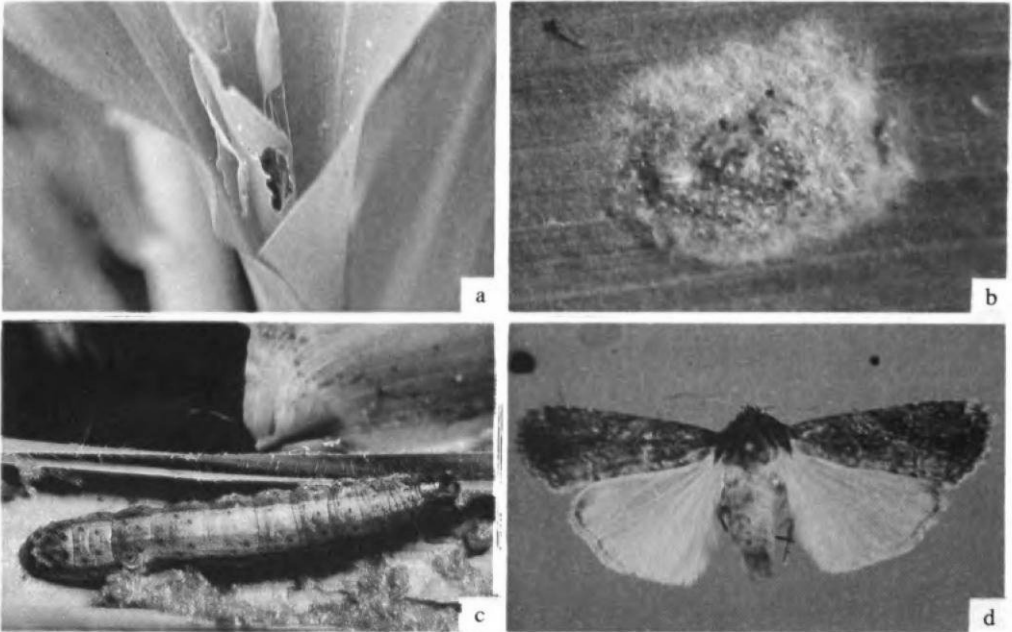


Figura 15: *Spodoptera frugiperda* a) Daño del insecto b) Masa de huevos c) Larva del insecto y excremento característico d) Adulto

**Ciclo de vida:** Los huevos, en grupos de hasta 300, son colocados en cualquier parte de la superficie foliar, cubiertos con escamas gris-rosadas del abdomen de la hembra en oviposición, lo que le da una apariencia de pelusa (Fig. 15b). La larva pasa por 5 a 6 estadios dependiendo de la temperatura y del tipo de alimento. Los primeros estadios son de color verde con manchas y líneas negras dorsales; después cambian a verde con líneas espirculares y dorsales negras, café-beige o casi negra con una "Y" invertida en la cabeza, pináculos dorsales negros y cuatro puntos negros en Cuadro ":" sobre el último segmento abdominal (Fig. 15c). Cuando las larvas recién eclosionadas emigran a los cogollos, el canibalismo las reduce a una o dos por planta. En estadios avanzados, de color oscuro, pueden comportarse como gusano soldado, pasando a otras gramíneas u otros cultivos. Empupan en el suelo, raras veces en las hojas de la planta hospedera. Adulto con longitud de 32-38 mm, la hembra con alas delanteras de gris a café gris, el macho color beige, con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro de las alas; las alas traseras son blancas (Fig. 15d). En Nicaragua, en el maíz sembrado durante la época lluviosa, los niveles de daño alcanzaron hasta un 40% pero no afectaron el rendimiento, mientras que en maíz bajo riego, en época seca, la pérdida de rendimiento estuvo directamente relacionada con el porcentaje de plantas afectadas durante el crecimiento vegetativo.



Como alternativas de tipo cultural para el control de la plaga se consideran la uniformidad en la fecha de siembra para evitar reinfestaciones; siembras de altas densidades en compensación por la mortalidad causada a las plántulas; fertilización adecuada y el uso de labranza mínima y/o cero labranza. El control químico, como alternativa inmediata del agricultor, se basa en el uso de insecticidas aplicados al suelo antes o a la siembra y la de aplicar granulados al cogollo, que son costosas para el pequeño productor. Como enemigos naturales se han detectado los depredadores *Polybia* spp., *Doru taeniatum*; el nematodo *Hexameris* sp., los parasitoides *Rogas laphygmae*, ciertos tachínidos, ichneumonídeos y braconídeos. Ha habido intentos, en Nicaragua y El Salvador, de importar y establecer el parásito de los huevos, *Telenomus remus*. Esos trabajos deberían continuarse. Asimismo, el uso de virus (Polihedrosis) y hongos como *Aspergillus flavus*, *Beauveria bassiana* y *Nomuraea rileyi*, representan un potencial en el manejo de este insecto. El uso de niveles críticos que sean confiables para iniciar el control, no ha tenido aún éxito aplicable para prevenir el daño. Sin embargo, se utiliza el criterio de controlar la plaga cuando la planta tiene menos de ocho hojas y hasta 15% de infestación, o bien cuando tiene más de ocho hojas y entre 25 y 30% de infestación.

### Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) (Fig. 16).

Los géneros *Acromyrmex* y *Atta* (Fig. 16a) pueden causar la defoliación severa de las plantas de maíz. Estos ataques frecuentemente ocurren de noche, por lo que no siempre es posible relacionar el daño con la presencia de hormigas.

Las hormigas del género *Solenopsis*, en algunas ocasiones se han considerado como plaga, y en otras se les ha reportado como benéficas. En forma directa son depredadores de plagas, pero en forma indirecta favorecen el desarrollo de especies, tales como los áfidos. En general afectan a la semilla y a las plántulas cuando no hay suficiente humedad para una germinación normal.

### Plagas de grano almacenado

Las principales plagas de grano almacenado en maíz son:

*Sitotroga cereallela* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Rhizopertha dominica* (Colcoptera: Bostrichidae) y *Sitophilus* spp. (Colcoptera: Curculionidae) (Fig. 17)



Figura 16: Hormigas (*Atta* sp.) Características del adulto

Figura 17: Plagas de granos almacenados, *Sitophilus* sp.

Estas plagas comienzan a invadir el grano en el campo debido a que el pequeño agricultor no cosecha su maíz a tiempo, dejándolo por varios meses, expuestos en las plantas para dedicarse a otras actividades económicas. Esas infestaciones de campo se manifiestan como daños al producto almacenado y se podrían reducir al cosechar el maíz y almacenarlo a su debido tiempo.

## Acaros

En general, los ácaros no constituyen un problema severo en maíz. Ocasionalmente se pueden dar poblaciones altas en forma localizada, por lo que conviene poner atención en algunos grupos que más comúnmente pueden aparecer en el cultivo.

*Eriophyes tulipae* Keifer, ácaro del ajo (Acarina: Eriophyidae)

Se localiza entre las vainas de las hojas y dentro de la mazorca del maíz, sobre los granos y por debajo de estos. *E. tulipae* es vector de dos importantes virus que afectan al cultivo, el virus del mosaico manchado del trigo (WSpMV) y el del mosaico rayado del trigo (WSMV).

El ácaro se disemina principalmente por el viento, material vegetativo, granos, mazorcas, utensilios, o por las personas que entran al cultivo.

## Arañitas rojas (Acarina: Tetranychidae)

Las arañitas rojas se han convertido en plagas comunes de muchos cultivos incluyendo el maíz. Varias especies de los géneros *Oligonychus* y *Tetranychus* han sido asociadas al maíz, entre ellas *O. aneke* B. & P., *O. pratensis* (Banks), *O. stickneyi* (McGregor), *O. zea* (McGregor), *T. urticae* Koch y *T. cinnabarinus* (Boisduval).

El género *Tetranychus* es de color verde-manchado, produce abundante tela y se localiza en el envés de las hojas. Cuando las poblaciones son altas, aparecen también sobre el haz. Sus huevos son blanco-perlácidos a pardo-amarillentos, redondos y lisos.

Estos ácaros alcanzan niveles de daño en el verano, de dos tipos: En un ataque temprano, las hojas de las plántulas tienden a perder la turgencia, y presentan manchas amarillas. Si el ataque es severo, hay clorosis total, necrosis y retardo del crecimiento de las plántulas. En un ataque tardío, las hojas más afectadas son las medias y las bajas. Al inicio del daño, se observa unas punteaduras amarillas que contrastan con el verde de la hoja. Luego una clorosis parcial o total de la lámina foliar y necrosis del borde de la hoja. Los ácaros se encontrarán en el envés o haz de las hojas, dependiendo del género involucrado.

Los ácaros tienen a menudo características de plagas secundarias provocadas por desbalances en el equilibrio natural, generalmente por aplicaciones inadecuadas de plaguicidas dirigidas a otras plagas. Se necesita conocer más sobre su biología y ecología y explorar el potencial que pueda tener el control biológico como táctica de manejo.

## Moluscos: *Sarasinula plebeia* (Fisher) , babosa , ligosa

Aunque esta plaga no afecta al maíz, es de interés en relación a su hábito de alimentarse de malezas de hoja ancha en la siembra de primera (junio). El control de estas malezas reducirá daños por parte de las ligosas al cultivo de frijol que se siembra en relevo o postrera.

## 4.3 Patógenos

Las enfermedades que más afectan al maíz son las pudriciones ocasionadas por los hon-



gos *Diplodia* y *Fusarium*. Además de estas, merece mencionarse el achaparramiento, que tiene un fuerte impacto en algunas zonas del Pacífico.

La incidencia y severidad de las enfermedades en el maíz, está relacionada con las condiciones climáticas que rodean al cultivo y al manejo que se le dé al mismo. La lluvia, temperatura y humedad relativa que ayudan al cultivo, también favorecen el desarrollo de hongos y bacterias, y el manejo que se le da lo condicionarán para que resista o no al ataque de las enfermedades. A continuación se presenta una discusión de los organismos patógenos de la región que con más frecuencia afectan al maíz en las distintas etapas de su desarrollo. (Fig. 18)

## Hongos

Los hongos que son considerados plagas primarias en Centroamérica, son los que inciden directamente sobre la producción, destacándose el denominado complejo "Pudrición de la mazorca" (*Diplodia* spp. y *Fusarium* spp.), punta loca, *Sclerophthora macrospora*; tizón foliar, *Helminthosporium turcicum* y mancha de asfalto, *Phyllachora maydis*. Existen otros hongos que pueden afectar al maíz y que bajo condiciones especiales pueden convertirse en plagas primarias.

1-Manchas foliares: *Diplodia*, *Puccinia sorghii*, *Phytophthora*, *Helminthosporium maydis* y *Helminthosporium turcicum*.

2-*Phyllachora*.

3-Mildios.

4-Achaparramientos y enanismos.

5-Pudriciones del tallo: *Erwinia*; *Diplodia* y *Gibberella*.

6-Pudriciones de mazorcas: *Diplodia*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Penicillium*; Carbón.

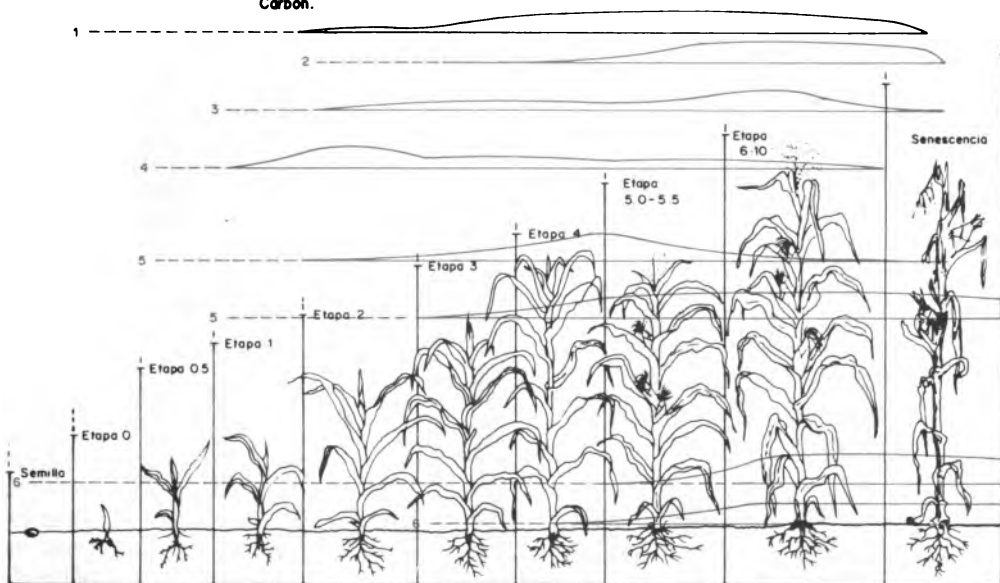


Figura 18: Patógenos que afectan al maíz, distribuidos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

***Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., manchas foliares, pudrición de tallo, pudrición de mazorcas, (Fig. 19).**

Distribución a nivel de Centroamérica, presentándose en zonas templadas frescas y húme-

das como "pudrición del tallo", en donde las variedades susceptibles desarrollan una coloración café en el centro de los entrenudos inferiores (Fig. 19). Este síntoma no se ha observado aún en Guatemala y Honduras, en donde se ha registrado daño sólo en la mazorca. Las plantas se debilitan y quiebran fácilmente cuando hay lluvia y vientos fuertes. Posteriormente, la presencia de picnidios en la parte superficial de los entrenudos dañados es un signo característico. En zonas cálidas y húmedas se presenta como parte del complejo "pudrición de la mazorca". El hongo invade la mazorca, produciendo áreas descoloridas en las bráctea (tusa), que se secan con el tiempo aun cuando la planta esté todavía verde. Al descubrir la mazorca, ésta se nota con color amarillento claro y crecimiento algodonoso blanco entre los granos (Fig. 19b). Posteriormente se forman los picnidios negros, que sirven como futura fuente de inóculo.

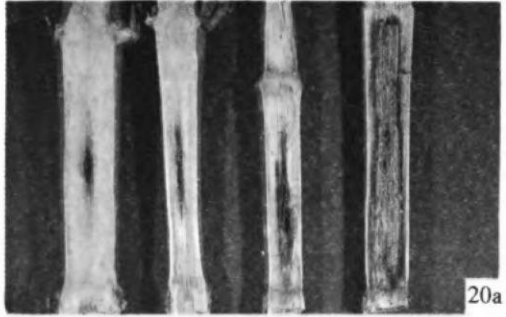
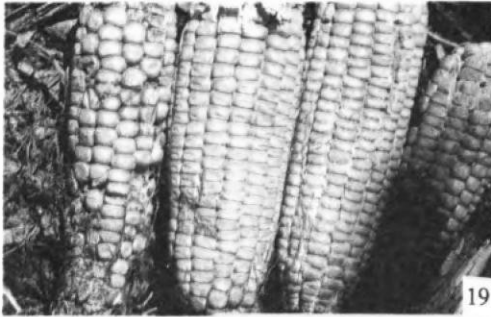


Figura 19: Pudrición de mazorca, *Diplodia maydis*. Síntomas; puede observarse el crecimiento del micelio del hongo.

Figura 20: Pudriciones del tallo y mazorca (*Fusarium spp.* y *Gibberella spp.*)  
 a) Síntomas en el tallo y follaje  
 b) Síntomas en el follaje.  
 c) Síntomas en la mazorca

Las pérdidas ocasionadas por estos hongos, al pequeño y mediano agricultor, están en el orden de 14% hasta el 80%.

La alternativa de manejo que se ha dado a la fecha es la del uso de variedades resistentes.

***Fusarium moniliforme* Sheldon y *F. graminearum* Schwabe (estados imperfectos), *Giberella fujikuroi* (Sawada) Ito y *G. zae* Schweinitz (estado perfecto), pudriciones de tallo, pudriciones de la mazorca, (Fig. 20).**

Los dos organismos con sus estados perfecto e imperfecto, son causantes de pudriciones en el tallo y en la mazorca. En las hojas se presenta una lesión con un borde café oscuro y en el centro un color beige y textura de papel. Se distribuyen en toda el área centroamericana.

*F. moniliforme* y *G. fujikuroi*, son comunes en las zonas cálidas y secas, siendo particularmente severas en el estado fenológico del cultivo cercano a la floración.

*F. graminearum* y *G. zae*, están generalizados en las regiones más frescas, siendo estos los patógenos más dañinos en la pudrición del tallo.

Ambos organismos producen una sintomatología similar a la presentada por *Diplodia* y *Cephalosporium*, diferenciándose cuando aparecen los cuerpos reproductivos. Las plantas marchitas permanecen erectas al secarse y en los entrenudos más bajos se presentan lesiones café-oscuro, las cuales también se observan en el floema al cortarse el tallo en forma longitudinal, (Fig. 20a). En los estadios finales de la infección, el tejido parenquimatoso desaparece y los haces vasculares quedan desgarrados. A nivel de las hojas, se presentan pequeñas manchas amarillo claro, uniéndose posteriormente estas manchas hasta decolorar la planta (Fig. 20b). Estos organismos también producen pudriciones en la mazorca (Fig. 20c). *G. zae* es más común en áreas frescas y húmedas, produciendo un color rojizo y rosado en los granos infectados e iniciándose en la punta de la mazorca.

*G. fujikuroi* es conocida como "pudrición del grano por fusarium". Es el más conocido a nivel mundial, presentándose tanto en ambientes calientes y húmedos, como en ambientes secos. El daño de este hongo se circunscribe principalmente a granos individuales o a áreas limitadas de la mazorca. Se desarrolla un moho algodonoso, produciendo ocasionalmente germinación prematura de los granos en la mazorca. Cuando la infección es tardía los granos muestran rayas en el pericarpio. Los daños de barrenadores del tallo y gusano elotero, pueden crear los medios favorables para la infección de este hongo.

El problema de la infección de la mazorca, es la producción de micotoxinas, que pueden afectar la salud del consumidor del grano. El manejo del problema se ha tratado de manera similar al presentado para *Diplodia*.

Las opciones de manejo del complejo "pudrición de la mazorca" deben iniciarse con trabajos de epidemiología, determinando, a nivel de pequeños y medianos agricultores, la influencia que ejercen en la dispersión y diseminación de los patógenos los residuos de cosecha dejados en el campo o cerca de éste y las prácticas que ellos realizan. Proseguir con trabajos de fitomejoramiento, en las zonas de producción en cada país después de haber determinado la ubicación de cada uno de los hongos, para así recomendar las variedades que presenten resistencia específica a cada uno de ellos. Es conveniente también evaluar prácticas culturales (fertilización, quema rápida) como medidas preventivas.

***Sclerophthora* (= *Sclerospora*) *macrospora* (Sacc.) Thirum., Shaw et Narav, punta loca, cenicilla (Fig. 21).**

Su distribución en el continente americano es reciente, presentándose en áreas de producción con clima seco, aleaños a cultivos de sorgo, aunque en la literatura se indica que es propia de áreas húmedas y cálidas.

La expresión de los síntomas se ve afectada por la edad de la planta, raza del patógeno y el ambiente. La sintomatología consiste en un bandeado clorótico de las hojas y vainas, acompañado de enanismo, induciendo malformación de la panoja por lo que no hay producción de polen. Las mazorcas, si se forman, se quedan pequeñas. Las hojas se presentan angostas y anormalmente erectas (Fig. 21).

El manejo del problema se realiza a través de variedades resistentes generadas para este propósito.

***Helminthosporium turcicum* Passerini, *H. maydis* (Nisikado et Miyake), tizón foliar (Fig. 22) y *Phyllachora maydis* Maubl, mancha de asfalto (Fig. 23).**

Estos tres organismos aparecen a veces en áreas relativamente frescas, pero húmedas, de los trópicos, presentándose el segundo patógeno en las áreas en que el primero está generalizado.

Los daños que ocasionan a la planta no afectan económicamente el producto de consumo, salvo cuando se presentan condiciones favorables para su desarrollo y las plantas muestran gran susceptibilidad a esos patógenos.

***Puccinia sorghi* Schw., roya común del maíz (Fig. 24)**

Presenta pústulas pequeñas y pulverulentas tanto en el haz como en el envés de las hojas. Estas pústulas son de color café en los estadios iniciales de la infección. En fases posteriores se rompe la epidermis y las lesiones se tornan color negro a medida que la planta madura (Fig. 24). Las plantas que sirven como hospedantes alternos, *Oxalis* spp., presentan pústulas anaranjado claro.

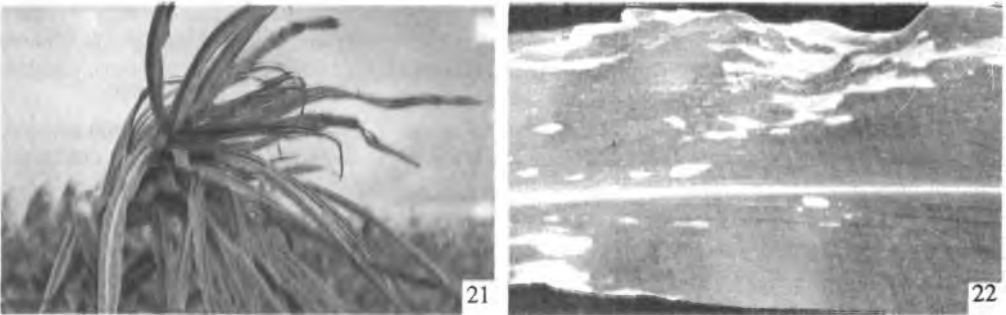


Figura 21: Punta Loca, *Sclerophthora macrospora*. Síntomas en la planta. Tomada de: Horn y Berry (1978).

Figura 22: Tizón foliar, *Helminthosporium turcicum*. Síntomas

***Physopella zae* (Mains) Cummins et Ramachar, roya**

Presenta brotes esporádicos y restringidos a las regiones tropicales del continente americano. Las pústulas son pequeñas con forma redonda a ovalada y se ubican debajo de la epider-

mis. En el centro de la pústula la lesión presenta un color blanco a amarillo pálido y presentan un orificio. La pústula a veces está rodeada de un color negro aunque su centro se mantiene claro. No se conocen hospedantes alternos de este hongo.

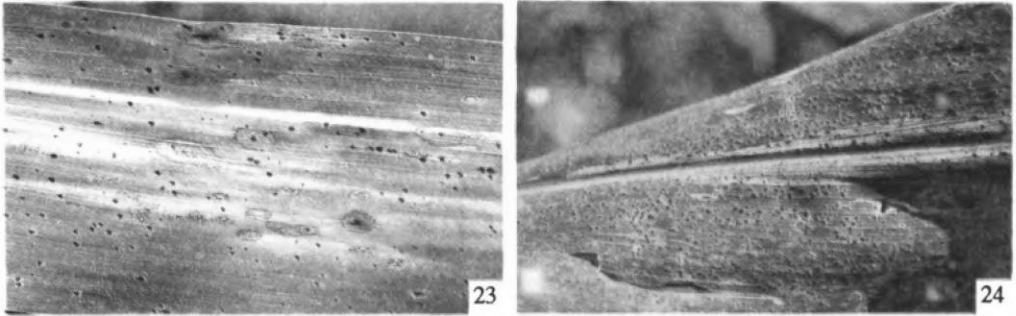


Figura 23: Mancha de asfalto, *Phyllachora maydis*. Síntomas en las hojas

Figura 24: Roya común del maíz, *Puccinia sorghi*. Síntomas en la hoja. Tomada de: Horn y Berry (1978).

## Bacterias

### *Erwinia carotovora* f.sp. *zeae* Sabet, pudrición de la base del tallo.

(Fig. 25)

Esta enfermedad se presenta en áreas con temperatura y humedad relativa altas, condiciones bajo las cuales el patógeno se disemina rápidamente en la planta, causándole la muerte.

Los síntomas se muestran con una coloración de la planta más oscura y una pudrición acuosa en la base del tallo (Fig. 25). Al poco tiempo de emitir las inflorescencias la planta muere. El olor desagradable de la descomposición bacteriana es característico.

### *Micoplasma* y *Espiroplasma*, enanismo arbustivo del maíz. (Fig. 26)

Su distribución abarca algunos países de Centro, Sur América, el Caribe y el sur de Estados Unidos.

Originalmente se identificó como Raza Mesa Central del virus del achaparramiento, pero posteriormente se le ha reidentificado como un "micoplasma no helicoidal". Este problema se presenta en zonas relativamente frescas. El micoplasma es transmitido por la chicharrita *Dalbulus maidis*. Los síntomas se presentan como clorosis de las hojas jóvenes y las puntas toman gradualmente un color rojo-púrpura. A medida que se aproximan a la madurez, las plantas muestran un amacollamiento excesivo, con color rojizo y clorótico (Fig. 26). Las yemas axilares se desarrollan formando mazorcas estériles. Se produce enanismo de la planta, la que además tiene pocas raíces. El rendimiento del cultivo se reduce drásticamente.

### *Espiroplasma*, achaparramiento del maíz. (Fig. 27)

Esta enfermedad se encuentra distribuida en tierras bajas, cálido-húmedas. Originalmente se clasificó como Raza Río Grande del virus del achaparramiento del maíz, pero posterior-

mente se le ha reidentificado como un "micoplasma helicoidal" o espiroplasma. Este organismo es transmitido por las chicharritas *Dalbulus maidis*, *D. elimatus*, *Graminella nigrifrons* y otros.

Las plantas infectadas muestran bandas anchas amarillas en la base de las hojas más jóvenes. La coloración puede tornarse púrpura-rojiza hacia la punta. Los entrenudos se acortan, por lo que la planta queda enana o chaparra (Fig. 27). Las yemas axilares desarrollan mazorcas estériles y las raíces se ramifican en forma excesiva. Los casos severos inducen a una baja producción de mazorcas, la poca producción de granos o incluso la muerte prematura de la planta.

El manejo para ambos organismos es a través de la generación de variedades resistentes y en ciertos casos del manejo del insecto o insectos vectores, un área en la que se necesita desarrollar más información.



Figura 25: Pudrición del cogollo, *Erwinia* sp.

Figura 26: Enanismo arbustivo del maíz, (micoplasma no helicoidal). Síntomas en la planta Tomada de: Horn y Berry (1978).

Figura 27: Achaparramiento del maíz, (micoplasma helicoidal). Síntomas en la planta

## 4.4 Malezas

### Relaciones de las malezas con los cultivos

Las malezas son definidas aquí como plantas ecológicamente adaptadas a crecer en las condiciones en que se siembran los cultivos y que, además de no ser objeto directo de las actividades agrícolas, perjudican las cosechas. Esto significa que las malezas crecen espontáneamente en terrenos agrícolas y, no tienen ningún valor de uso para el agricultor. Se excluyen así de la definición de maleza aquellas especies de plantas que, a pesar de no ser sembradas por el agricultor, tienen algún valor de uso. Este caso es muy común en la región de Centro América y Panamá, en donde los pequeños y medianos agricultores identifican varias especies de plantas por sus usos alimenticios, como especies medicinales, para la construcción, en ritos religiosos y otros, de tal forma que ellas no son objeto de las medidas de control. Esto explica también el fuerte contenido antropocéntrico del concepto de "maleza", que varía de acuerdo con el contexto socio-cultural en que se encuentra el sistema agrícola.

Las malezas interfieren con los cultivos compitiendo con ellos por luz, agua y nutrientes del suelo (**competencia**) o a través de la producción y excreción al medio ambiente de sustancias tóxicas al cultivo (**alelopatía**). Las malezas parásitas, aunque no causan daños de gran importancia en nuestra región, ejercen un efecto negativo directo sobre el desarrollo de los cultivos. Algunas malezas pueden también ser hospedantes alternos de patógenos o insectos plagas de los cultivos y así ejercer un efecto indirecto negativo sobre las cosechas. Por otro lado, muchas especies de malezas pueden proveer refugio o alimento a los enemigos naturales de las plagas de los cultivos, de tal suerte que su presencia en la comunidad agrícola es beneficiosa. Todos estos fenómenos han sido poco investigados en nuestras condiciones y se dispone de muy escasa información sobre la cual basar recomendaciones de manejo.

### Biología y ecología de las malezas

El manejo de las comunidades de malezas en los cultivos se debe basar en los conocimientos sobre su biología y ecología comparativa, así como las del cultivo. Algunas de estas plantas se asocian con ciertos cultivos porque desarrollan, evolutivamente, características que les permiten aprovechar los nichos ecológicos creados por el hombre al sembrar tales cultivos. Los hábitos de crecimiento y los ciclos de vida de las especies de malezas se asemejan a los de los cultivos con los cuales se asocian y, de esa manera, se dificulta su control. La ecología comparativa de las malezas y los cultivos nos proveerá de los instrumentos básicos para conformar programas para su manejo, y en los que las diferencias bioecológicas entre malezas y cultivos se aprovechan para minimizar la competencia de las primeras y favorecer el desarrollo del cultivo.

Al analizar los elementos que participan en la dinámica poblacional de una maleza (Fig. 28), vemos que la producción de semillas (Fase 4), su almacenamiento y conservación en el suelo (Fase 1) son etapas críticas de su biología que determinan su potencial de competencia con el cultivo. Los métodos de manejo deben dirigirse a esas etapas críticas en la vida de las malezas. Una maleza anual puede ser debilitada o controlada en diferentes etapas de su ciclo de vida, de acuerdo con su susceptibilidad a las varias tácticas de manejo de que se disponga. Los momentos y las tácticas más adecuadas variarán de acuerdo con la especie de maleza, el cultivo, los métodos de control disponibles y las prácticas agronómicas y culturales preferidas por el agricultor.

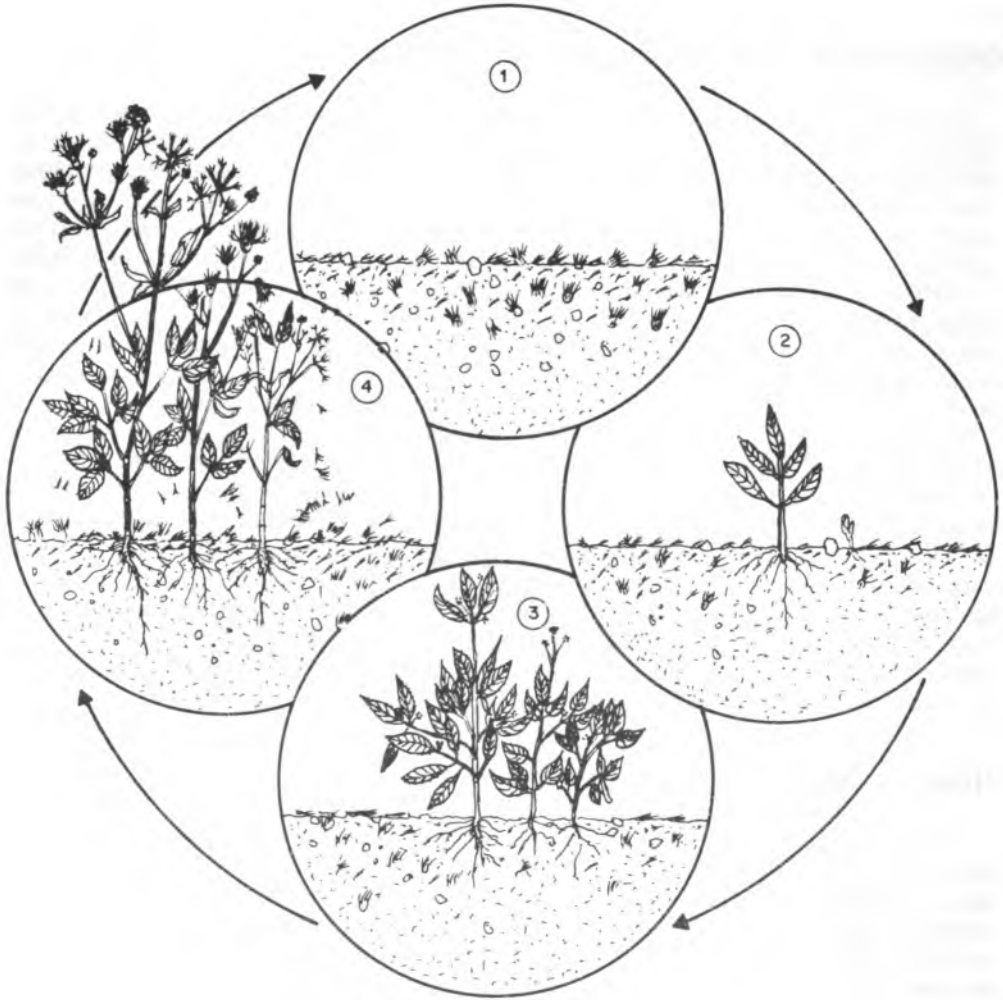


Figura 28 Elementos de la dinámica de una planta monocárpica (florece y muere): 1. banco de semillas en el suelo; 2. fase de "reclutamiento" de plántulas; 3. fase de crecimiento vegetativo en masa o en unidades modulares; 4. fase reproductiva. Adaptado de Harper (1977).

## El manejo de las malezas en maíz

Las malezas compiten con el maíz durante su crecimiento (Fig. 29), especialmente en los primeros 40 días. Su manejo es la actividad que ocupa más mano de obra en la producción del maíz del pequeño agricultor, restándole mucho tiempo para atender otras actividades productivas. La deshierba o control mecánico se hace generalmente con machetes o azadones en número de 2-3 limpiezas como promedio a lo largo del ciclo del cultivo y su eficacia varía mucho de acuerdo a la maleza presente y los factores agroclimáticos.

El control químico es una táctica muy frecuente y efectiva en el manejo de malezas del



maíz. El uso de atrazinas en dosis de 1.5 a 2.5 kg ia/ha ha sido el más común, en aplicaciones de preemergencia o postemergencia temprana al cultivo y las malezas, complementado con controles posteriores de tipo manual o mecánico.

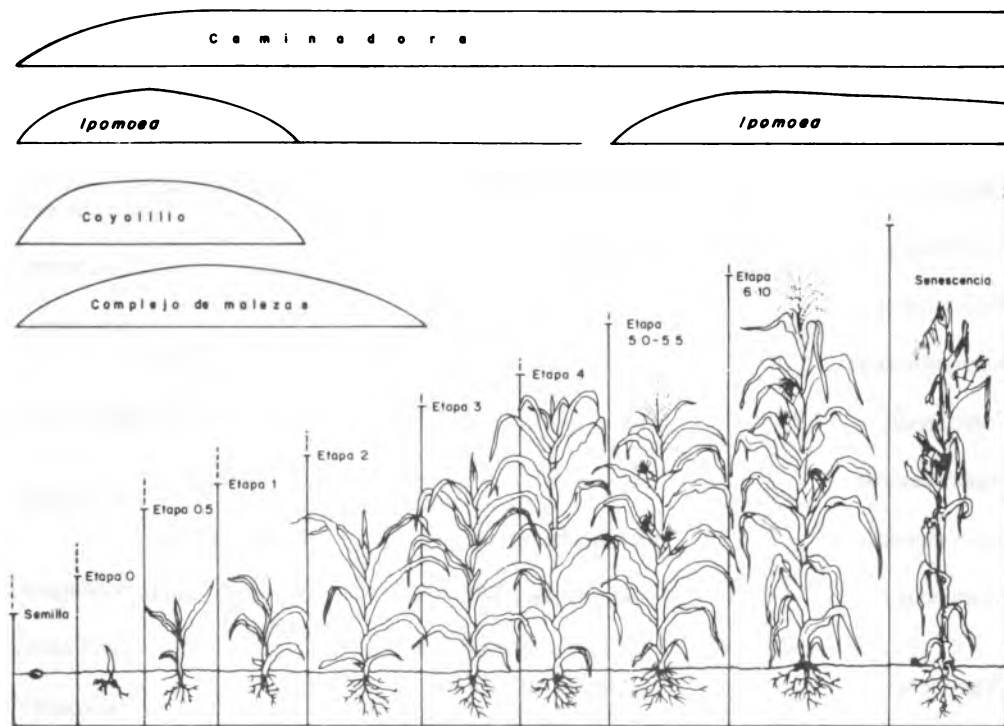


Figura 29 Epocas críticas de competencia de las malezas con el cultivo de maíz.

Otro método usado con relativo éxito por unos pocos productores centroamericanos es la siembra del maíz en asocio con especies de rápido crecimiento, como el frijol terciopelo (*Mucuna* sp.), o con cucurbitáceas, las cuales actúan como cobertura viva para competir con las malezas por luz y espacio.

El control biológico es poco conocido en las malezas y la escasa especificidad de estos organismos sobre ellas no garantiza en el corto plazo ventajas sustanciales de este sistema de control sobre los otros. Existe el riesgo de que estos organismos puedan causar daño al cultivo o que provoquen daños ecológicos a plantas nativas valiosas. El potencial existe y, de hecho, ya se dan algunos casos exitosos comprobados en otras latitudes.

En general, las malezas son problema en todas las áreas productoras de maíz, y su control normalmente se realiza con herbicidas a nivel de medianos y grandes productores. Los aperos de labranza de tracción animal son utilizados por los medianos productores, mientras que el método de control manual, en su mayor parte, lo utilizan los agricultores pequeños y de escasos recursos. Para casi todo el complejo de malezas del maíz existe un manejo conocido. Sin embargo, algunas especies como la caminadora, *Rottboellia cochinchinensis* y el coyolillo o coquito, *Cyperus rotundus*, se consideran claves y requieren un manejo especial por su habilidad para competir y por lo difícil que resulta controlarlas.

Se ha determinado la distribución de las malezas en la región, estableciéndose cuatro grandes zonas climáticas en las cuales se cultiva el maíz. En cada una de estas zonas existe un grupo de malezas asociado al cultivo de manera muy particular (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Malezas asociadas al maíz en diferentes zonas climáticas**


---

**A. Trópico húmedo bajo** Se caracteriza por estar situado a una altura de 0-500 msnm con una precipitación superior a los 2500 mm anuales y temperatura media anual de 25°C.

---

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
Acanthaceae	<i>Blechnum brownei</i>	Camaroncillo, sornia
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	Viborana
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.	Bledo, huisquilite
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Mozote, amor seco
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i>	Golondrina
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Nigua, escoba
Gramineae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate bermuda, grama
Gramineae	<i>Paspalum fasciculatum</i>	Gramalote
Gramineae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Digitaria, salca
Leguminosae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i>	Isorian, Golondrina
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulaca, verdolaga

## (Cuadro 8. Continuación)

B. *Trópico húmedo intermedio*: Está situado a una altura de 600-1500 msnm, con una precipitación de 1300-2500 mm anuales y temperatura promedio anual de 20-24°C.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	Bledo
Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i>	Canutillo
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco, mozote
Compositae	<i>Emilia fosbergii</i>	Lechuguilla, clavelillo
Compositae	<i>Ageratum conyzoides</i>	Mejorana, sunsumpate
Compositae	<i>Erechtites hieracifolia</i>	Hierba de cabro
Compositae	<i>Melampodium divaricatum</i>	Flor amarilla
Compositae	<i>Melampodium perfoliatum</i>	Flor amarilla
Cyperaceae	<i>Cyperus spp.</i>	Coyolillo, coquito
Gramineae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Abrojo, mozote
Gramineae	<i>Digitaria sp.</i>	Digitaria, salea
Gramineae	<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina, Cola de gallo
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escobilla
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Escobilla
Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i>	Hierba del toro
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i>	Tabaquillo

## (Cuadro 8. Continuación)

**C. Trópico seco bajo:** Situado a una altura de 0-1000 msnm, presenta una temperatura promedio anual de 23-27°C y una precipitación de 1000-1800 mm anuales.

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i>	Bledo
Capparidaceae	<i>Cleome viscosa</i>	Frijolillo, cachitos
Compositae	<i>Baltimora recta</i>	Mirasol
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco, mozote
Compositae	<i>Hyptis capitata</i>	Chan, chirrite
Compositae	<i>Tithonia</i> sp.	Barebota, girasol
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo, coquito
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Campanilla
Cucurbitaceae	<i>Cucumis</i> sp.	Pepinillo, meloncillo
Gramineae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate bermuda, grama
Gramineae	<i>Echinochloa colonum</i>	Paja de gato
Gramineae	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Jaraguá
Gramineae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora, zacate indio
Malvaceae	<i>Sida</i> spp.	Escobilla
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia maxima</i>	Taraya, verdolaga

## (Cuadro 8. Continuación)

---

D. **Trópico húmedo de altura:** Está situado a una altura de 1500-2500 msnm, con una precipitación promedio de 500-1500 mm anuales y una temperatura promedio anual de 10-13°C.

---

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
Caryophyllaceae	<i>Spergula arvensis</i>	Culantrillo
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Mejicano
Compositae	<i>Ageratum</i> sp.	Mejorana, sunsumpate
Compositae	<i>Galinsoga ciliata</i>	Mielcilla
Compositae	<i>Sonchus asper</i>	Lechuguilla
Cruciferae	<i>Brassica</i> spp.	Mostaza
Cruciferae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bolsa de pastor
Gramineae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo
Gramineae	<i>Poa annua</i>	Zacatillo
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.	Chile perro
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Ruibarbo

---

## Descripción de las Principales Malezas en Maíz



Figura 30: *Bidens pilosa* L. moriseco, amor seco, aceitilla (Compositae).

Hierbas anuales de 0.25 a 1.20 m de altura. Tallo 4-angulado, hojas opuestas y de bordes aserrados, inflorescencias en cabezuelas amarillas o blancas. Se propaga por semilla sexual; puede infestar severamente los cultivos, especialmente después de que el suelo ha sido cultivado. Sus frutos monospermos se pegan a la ropa.



Figura 31: *Baltimorea recta* L., mirasol (Compositae).

Hierbas anuales de tallo 4-angulado, erecto, delgado y ramificado de 0.50 a 1.50 m de alto. La cabeza floral compuesta por cerca de 10 florecillas amarillas. Se propaga por semilla sexual y desarrolla poblaciones muy densas en áreas en barbecho y cultivo.



Figura 32: *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D.C., flor amarilla (Compositae).

Hierba anual, de raíz pivotante y a veces con raíces secundarias. Tallo erecto de 0.15 a 1.00m de alto, ramificado, piloso a lampiño. Hojas compuestas con peciolo alado lanceolados a oblongos cubiertas con pelos ásperos. La inflorescencia es una cabeza solitaria con flores amarillas a anaranjadas. El fruto es una nuececilla angulada con una sola semilla. Se propaga por semillas





Figura 33: *Portulaca oleraceae* L., verdolaga (Portulacaceae).

Hierba anual o bienal, suculenta, glabra, postrada de 0.10 a 0.50 m de largo. De tallo huc-co, carmoso muy ramificado de color rojizo. Flores amarillas. Se propaga por semilla sexual y vegetativamente. Es de fácil control manual.



Figura 34: *Ipomoea* spp., campanita (Convolvulaceae).

Enredaderas anuales. De tallo cilíndrico, herbáceo y trepador. Las hojas pueden ser de ovaladas a casi circulares o acorazonadas. Las flores son grandes y acampanadas, solitarias y de varios colores (azul, rojo, blanco, púrpura). Se propaga por semilla sexual. Su carácter trepador dificulta su control.



Figura 35: *Rumex crispus* L., lengua de vaca (Polygonaceae).

Hierbas perennes. El tallo fuerte y erecto, no ramificado, de 50-100 cm de alto. Hojas alternas, pecioladas, oblongo-lanceoladas, de bordes ondulados. La inflorescencia terminal es una panícula con flores verdes que luego se tornan marrón. Se propaga por semilla sexual y vegetativamente por rizomas.



Figura 36: *Amaranthus spinosus* L., bledo (Amaranthaceae).

Plantas anuales o perennes de vigoroso crecimiento y de porte erecto, ramificadas, de 0.40 - 1.5 m de altura, su tallo es rojizo y espinoso; se propaga por semilla sexual. Las plantas jóvenes son fácilmente destruidas con el control manual.



Figura 37: *Richardia scabra* L., chiquizacillo (Rubiaceae).

Hierbas anuales, semierguidas, difusamente ramificadas, de 0.20 a 0.50 m de altura, de tallo cilíndrico a 4 angulado, carnoso, pubescente; inflorescencia terminal con flores pequeñas blancas o rosado pálidas. Se propaga por semilla sexual.



Figura 38: *Digitaria sanguinalis* L., guardarocío (Gramineae).

Hierbas anuales de 0.20 a 0.70 m de altura. Inflorescencia en panícula compuesta por muchas espiguillas que parten de un mismo punto. Se propaga por semilla sexual y por enraizamiento de los nudos y tallos inferiores.

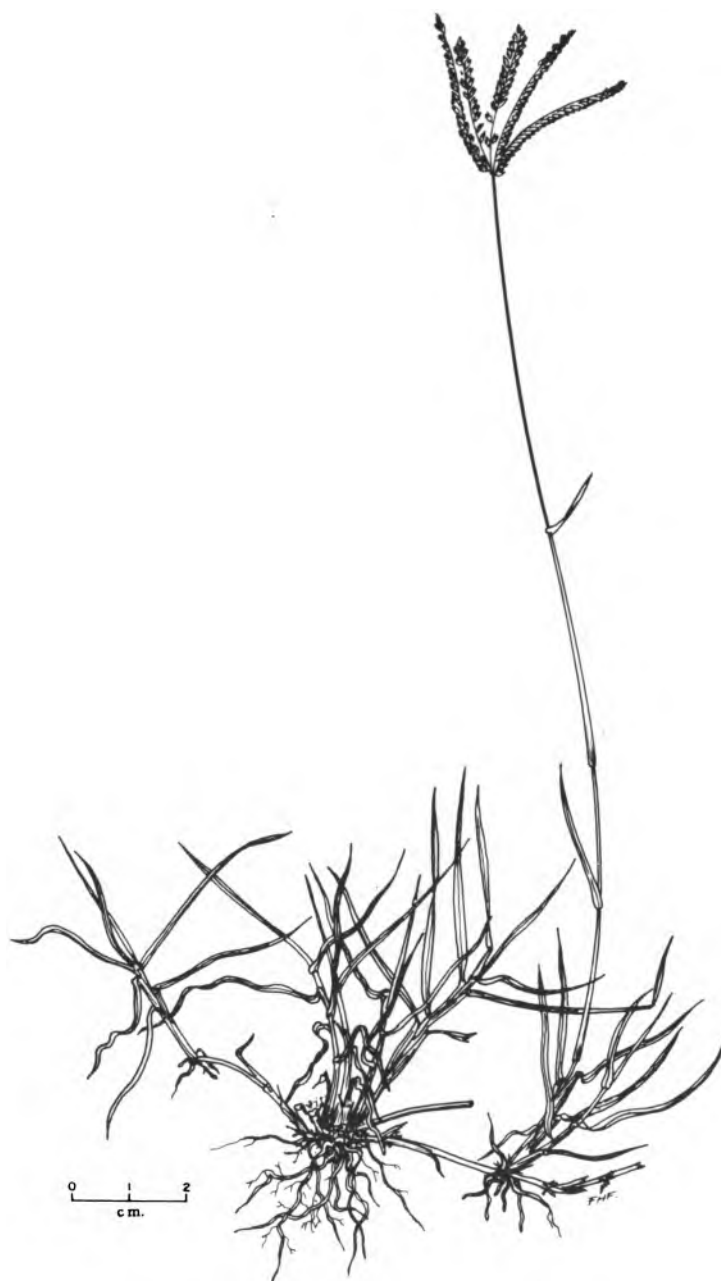


Figura 39: *Cynodon dactylon* L., zacate bermuda, grama (Gramineae).

Hierba perenne de raíces fibrosas, con tallos aplanados horizontales o erectos y fuertes, de 0.10 a 1.00m de altura. Hojas alternas de bordes ásperos; inflorescencia terminal radical con muchas espigas y espiguillas. El fruto es un grano aplanado con una semilla. Se propaga vegetativamente y por semillas.



Figura 40: *Eleusine indica* L., pata de gallina, cola de gallo (Gramineae).

Hierba anual o perenne, de raíces fibrosas, tallos duros, aplanados y poco ramificados, de 0.15 a 1.00 m de altura y lisos. Hojas alternas de bordes ásperos. Inflorescencia con muchas espiguillas en dos hileras a lo largo de la espiga. El fruto es una vesícula. Se propaga por semillas.



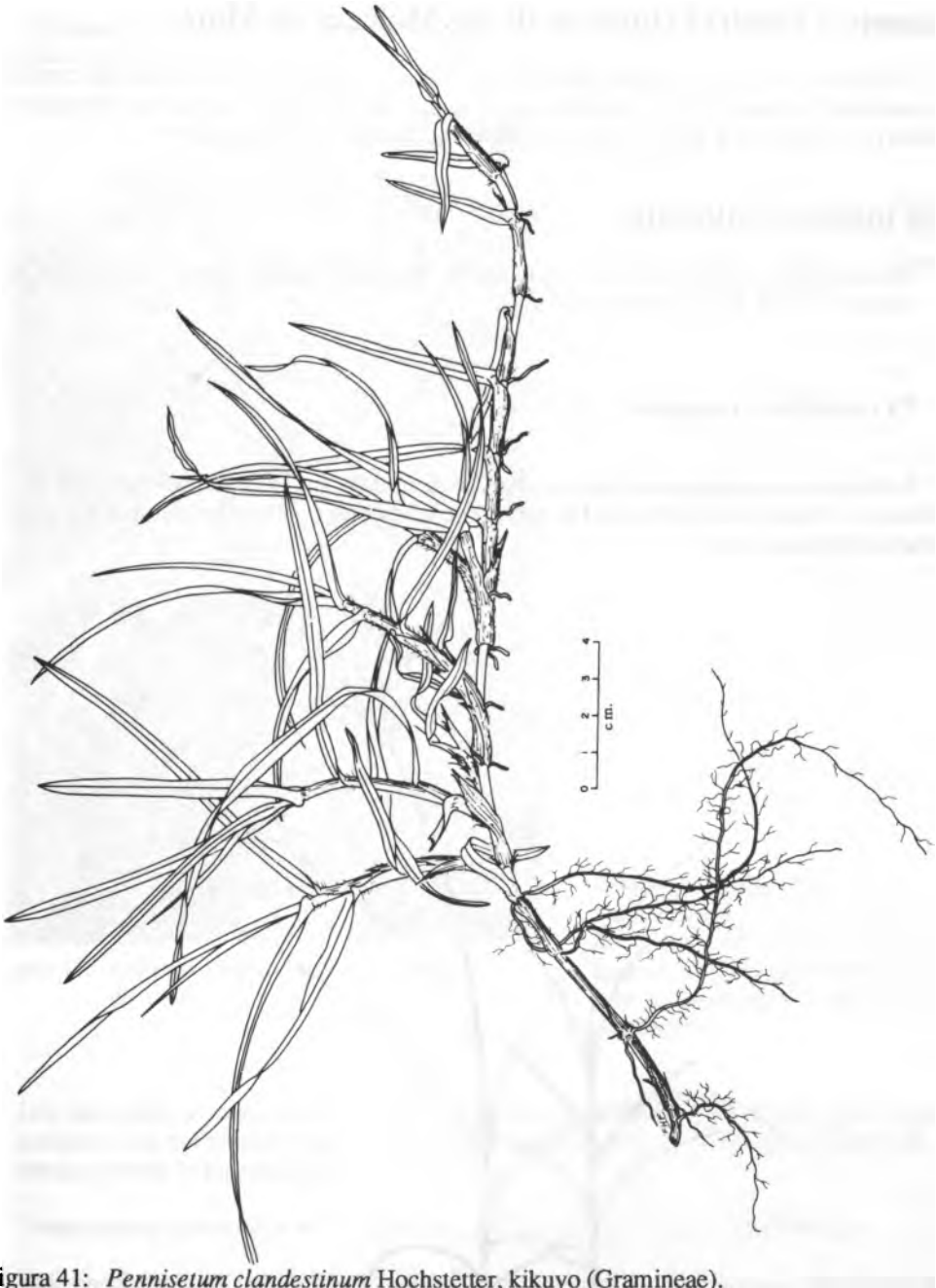


Figura 41: *Pennisetum clandestinum* Hochstetter, kikuyo (Gramineae).

Hierba perenne con raíces fibrosas y secundarias que nacen de los nudos de los tallos horizontales. Tallos ramificados y ampliamente extendidos de 0.10 a 0.80m de alto. Hojas alternas, vellosas. Inflorescencia terminal que corresponde a una panícula corta semejante a una espiga, con espiguillas florales aplanadas conteniendo una florecilla inferior estéril y una terminal bisexual. El fruto es un grano elíptico. Se propaga por semillas.

## Manejo y Control Químico de las Malezas en Maíz

Existe una serie de productos que aplicados solos o en mezclas han mantenido controles adecuados de las malezas que compiten con el maíz y que ya forman parte de las prácticas utilizadas por el agricultor. En el Cuadro 9 se incluyen algunos de tales productos.

### Dos malezas especiales

Hay dos malezas muy difundidas en la región, que serán tratadas aparte. Se trata de *Cyperus rotundus* y *Rottboellia cochinchinensis*

#### El coyolillo o coquito

Esta ciperácea es importante por lo difícil de su control, sus altas poblaciones hasta de 20 millones de plantas por hectárea y el desarrollo de tubérculos y bulbos basales que le permiten una activa propagación.



Figura 42: *Cyperus rotundus* L., coyolillo, coquito, pimientilla y otros (Cyperaceae).

En campos infestados con esta maleza (fig. 43), el uso del arado o la rastra contribuye al proceso de dispersión y propagación de esta especie.



Figura 43. *Cyperus rotundus* infestando cultivo de maíz

### Biología

El tallo es erecto, de sección triangular. Posee en la inflorescencia racimos de espigas de color rojizo a café púrpura muy distintivo.

Los tubérculos poseen entre 3 y 10 yemas colocadas en espiral que pueden brotar para originar nuevas plantas o rizomas. En estado joven son blancos y blandos, pero al madurar se vuelven ásperos y de color café. El bulbo basal es un tallo disciforme y produce una planta o un brote aéreo y raíces y rizomas subterráneas. Los rizomas se presentan en forma de cadena. Las raíces adventicias nacen de la parte inferior del bulbo basal y de los tubérculos.

*C. rotundus* exhibe algunas características fisiológicas importantes:

- Posee un proceso fotosintético C<sub>4</sub>, caracterizado por alta fijación de CO<sub>2</sub>, respuesta a las altas temperaturas e intensidad lumínica, por lo que el sombreado le afecta en su desarrollo.
- Los tubérculos se mantienen en latencia a lo largo de la cadena del rizoma, por lo que al romperse ésta por medios físicos, mecánicos u otros, se anula la dominancia apical y se estimula el brote de los tubérculos.
- Temperaturas superiores a 45°C o inferiores a 0°C inhiben el brote de tubérculos.
- Bajo condiciones de inundación el tubérculo no germina, pero se mantiene latente por mucho tiempo.
- Los tubérculos que se exponen al sol o a un ambiente seco se deshidratan y mueren.
- En condiciones de suelos húmedos y pesados, su crecimiento y desarrollo es óptimo, no así en suelos livianos y en condiciones de baja humedad.

Cuadro 9. Tratamientos químicos recomendados en la literatura para el control de malezas en el cultivo del maíz.

Nombre genérico	Nombre comercial	Dosis kg ia/ha	Forma de aplicación
Paraquat*	Gramoxone	0.20-0.40	Labranza reducida, (malezas anuales) antes de la siembra o dirigido en las calles del cultivo.
Glifosato	Roundup	1.0-1.5	Labranza reducida (malezas perennes) antes de la siembra
Atrazina	Gesaprim-80W	1.5-2.5	Pre o post-emergencia temprana (hoja ancha y algunas gramíneas anuales)
Atrazina + alachlor	Gesaprim-80W + Lazo	1.20-1.60 + 1.0	Pre-emergencia (hoja ancha y gramíneas anuales)
2,4-D amina	2,4-D	0.5-0.72	Post-emergencia (hoja ancha y cyperáceas) después de germinación completa hasta 25cm de alto
Pendimetalina	Prowl	1.00	Pre-emergente (caminadora y gramíneas anuales)
Pendimetalina + Atrazina	Prowl + Gesaprim-80 W	0.60 + 1.00	Pre-emergente (gramíneas anuales y hoja ancha)
EPTC + antídoto	Erradicane 6 lb/gal	3.5 a 5.0	P.S.I.-contra <i>Cyperus rotundus</i> y gramíneas anuales

\* Plaguicidas restringidos

Algunas características vinculadas con la interferencia del coyolillo con el maíz y otros cultivos son:

- La alelopatía: produce retardo del crecimiento y desarrollo inicial de las plántulas del cultivo.
- Competencia por nutrientes: la mayor competencia la ejerce el coyolillo por nitrógeno.
- Competencia por agua: en condiciones de sequía, reduce drásticamente el crecimiento del cultivo.
- Época de competencia: los estudios realizados muestran que los primeros 20 días del desarrollo del maíz, son críticos cuando existen altas poblaciones de coyolillo. En Colombia se ha determinado que la competencia del coyolillo con el maíz durante todo el ciclo redujo el rendimiento del cultivo en 40%, lo cual puede ocurrir de manera similar en el área centroamericana.

### Manejo y control

El coyolillo es resistente a las medidas convencionales de control, como son las desyerbas manuales que bajo condiciones húmedas resultan apenas una poda del follaje. Las aradas y cultivadas profundas y el uso de herbicidas que sirven para controlar otras malezas en el maíz, no dan el mismo resultado con coyolillo.

**Control cultural** Dentro de estas prácticas debe considerarse el uso de semilla de maíz de buena calidad, seleccionada para la región, así como un manejo de la fertilización y control de plagas adecuado para permitir un desarrollo vigoroso del cultivo. La densidad de siembra debe ser óptima para lograr una buena población de plantas de crecimiento vigoroso y obtener a tiempo una buena cobertura. Además, una oportuna fertilización nitrogenada, ya que este nutriente puede ser crítico en la expresión de la competencia de la maleza hacia el cultivo.

Donde es factible, la rotación con arroz bajo riego y herbicida controla parcialmente al coquito.

Otra práctica consiste en la siembra en asocio y/o relevo de cultivos que contribuyen a una mayor cobertura y sombreado sobre la maleza, como el frijol de abono (*Mucuna* spp).

**Control mecánico** Se recomienda que la maquinaria proveniente de un lote infestado a uno libre de coyolillo sea limpiada para impedir el traslado de tubérculos en los terrones y agregados de suelo.

El control con arados y rastreos resulta efectivo cuando se hace a fines de la época lluviosa y se repite durante la época seca con frecuencias de cada 10 a 15 días, con lo cual se expone a la desecación los tubérculos al quedar en la superficie. El corte con machete o azadón realizado una vez por semana contribuye a bajar la población pero resulta poco práctica por

estar sujeta a condiciones de lluvias, por actuar más como poda que como control y por consumir mucha mano de obra.

**Control biológico** Se han realizado estudios para determinar posibilidades de control del coyolillo a través de insectos y enfermedades sin que se haya logrado éxitos espectaculares al respecto. Algunos de los agentes de control conocidos afectan a la parte aérea de la planta, sin afectar la subterránea.

En Panamá se determinó la presencia de una roya (*Puccinia canaliculata*) que afecta esta maleza, con altos niveles de virulencia durante el período seco. Esta roya parece tener un buen potencial como agente de control biológico, que solo o combinado con el uso de un herbicida sistémico, como el glifosato en aplicaciones de ultrabajo volumen pueden resultar una alternativa que merece investigarse.

Además, la literatura reporta varias especies de insectos, entre los que destacan *Bactra mínima*, *B. verutana*, *B. truculenta*, *B. venosana* y *Athesapeuta cyperi* que se alimentan de esta maleza, pero no son capaces de producir el daño suficiente para garantizar su efectividad.

El biocontrol, aunque puede convertirse en una solución efectiva para malezas de difícil control como el coyolillo, no ha recibido suficiente atención en los programas mundiales de investigación.

**Control químico** Los medios propagativos del *C. rotundus* (tubérculos y bulbos basales) por sus características de latencia y dominancia apical resultan difíciles de controlar a través de métodos convencionales. Los herbicidas que han resultado más efectivos en el control del coyolillo en maíz son la mezcla de EPTC + R-25788 a razón de 4.5 a 5.5 lt de pc/ha aplicado en presiembra incorporado (PSI). También se aplica el 2,4-D a razón de 0.5 kg/ha en post emergencia temprana, más un surfactante, antes que el cultivo alcance los primeros 30 cm de altura. Todos estos herbicidas requieren complementarse con atrazina para el control de las otras malezas que están presentes. Este último se aplica generalmente en dosis de 1.0 - 2.5kg ia/ha.

El 2,4-D puede ser muy eficaz en el manejo del coyolillo en maíz siempre que se sigan las siguientes recomendaciones:

- Usar el herbicida después de la germinación completa del maíz y antes de que este pase los 25 a 30 cm de altura.
- Que el coyolillo tenga un desarrollo de 4 a 6 hojas
- Que el suelo esté húmedo al momento de la aplicación
- La aspersión debe llevar surfactante al 0.5%

Complementando la aplicación debe agregarse posteriormente urea para ayudar al crecimiento del maíz y favorecer un sombreado más rápido.

El glifosato y el 2,4-D pueden aplicarse también en pre-siembra (PS), y después de la emergencia de las malezas a razón de 2.5 a 3 l/ha y 1 a 1.5 l/ha, respectivamente, para reducir las poblaciones de *Cyperus* que aparecen cuando se le ha dejado rebrotar después de realizar la preparación mecánica del terreno para la siembra. El glifosato se debe aplicar un poco más tarde que el 2,4-D, cuando el coyolillo inicia su floración.

Una práctica que ayuda al manejo de esta maleza es la cero labranza, consistente en aplicación de un herbicida sistémico, como el glifosato, o un quemante y luego sembrar con espeque o con maquinaria de siembra especialmente adaptada para la cero labranza. Este método reduce la emergencia de la maleza al evitar la ruptura de la cadena de tubérculos que tiene lugar con la labranza convencional.

### La caminadora o tuquito

La caminadora es una gramínea altamente diseminada a nivel mundial que ha invadido grandes extensiones de terrenos cultivados, principalmente en áreas del Pacífico seco centroamericano



Figura 44: *Rottboellia cochinchinensis* Lour, caminadora, tuquito, zacate peludo (Grami-  
neae)

La planta posee un tallo fuerte y erecto que produce abundantes raíces adventicias y macollas. El tallo alcanza ocasionalmente hasta tres metros de altura. Las hojas llegan a medir hasta 60 cm de largo por 3 cm de ancho y sus vainas están recubiertas por vellosidades o pubescencias que irritan la piel.

La inflorescencia es una espiga cilíndrica de 10 cm de largo por 3 mm en su diámetro más ancho y compuesta por artículos o entrenudos que contienen una semilla fértil, excepto en los 2 ó 3 del ápice.

Esta maleza se adapta bien a diferentes altitudes y a condiciones variables de humedad, pero su mayor desarrollo lo alcanza en zonas bajas con canícula bien marcada.

Altas infestaciones de esta maleza pueden reducir el rendimiento del maíz hasta en un 80%.

La diseminación y dispersión de la maleza ocurre por el transporte de sus semillas por las aves, el ganado, aguas de riego y en mezclas con semillas de cultivos. Cuando las condiciones le son favorables germinan a los 3 ó 4 días. Luego se produce un macollamiento rápido con el que logra alcanzar y ocasionalmente sobrepasar al maíz (fig 45). A los 45 días empieza a formar las primeras semillas y continúa haciéndolo hasta los 105 días, aproximadamente.

De una sola planta se pueden producir entre 25 y 35 macollas que dan lugar a unas 200 a 300 inflorescencias y cada una de estas a su vez produce alrededor de 12 semillas viables. Las semillas formadas poseen una fuerte cutícula en la cual existen inhibidores que regulan la germinación. La inflorescencia madura va desprendiendo las semillas desde el ápice hacia la base, condición que influye en la germinación escalonada. Además de la competencia con el cultivo, la caminadora es hospedante alterno del virus del rayado fino del maíz.

**Control cultural** Es fundamental el uso de semilla de maíz de buena calidad, libre de contaminación con semillas de caminadora. Este es un requisito obligado de la semilla certificada que se vende al productor, aunque es aplicable a cualquier categoría de semilla.

Las plantas de caminadora que servirán como fuente de contaminación en el próximo ciclo del cultivo deben ser eliminadas de los bordes de carreteras, bordes de canales de riego, campos cultivables y terrenos en barbecho.

**Control mecánico y manual** La caminadora germina abundantemente con las primeras lluvias, por lo que se recomienda esperar de 10 a 15 días después de la preparación del campo para que se produzca un alto porcentaje de germinación y luego pasarle la rastra antes de sembrar. En bordes o lotes en barbecho, se recomienda eliminar aquellas plantas que logren germinar, antes que se produzca la floración.

La semilla de caminadora se adhiere al tractor o a los aperos de labranza cuando éstos se utilizan en campos infestados y así las transportan y diseminan a otros campos, por lo que se deben tomar precauciones para disminuir ese riesgo.



Figura 45. *R. cochinchinensis* en cultivo de maíz.



**Control biológico** Existen algunos insectos que se alimentan de partes de la planta sin llegar a provocarle daños de consideración pero muchos otros son también plagas en maíz, por lo que es cuestionable su utilidad como agentes de control biológico de esta maleza.

En América Central se ha reportado la presencia del hongo *Fusarium moniliforme* afectando a *R. cochinchinensis*, y parece tener algún potencial en su control. Sin embargo, no se conoce el efecto que el hongo podría tener también sobre el cultivo de maíz por lo que se requieren estudios complementarios.

**Control Químico** Las triazinas que normalmente se usan para controlar la mayoría de malezas en maíz, casi no tienen efecto sobre la caminadora.

Se pueden utilizar alguna de las siguientes alternativas de manejo para áreas mecanizadas.

- a. Realizar una arada superficial al inicio de las lluvias para promover una abundante germinación de la caminadora. A los 7 a 10 días después, e inmediatamente antes de la siembra, hacer un pase de rastra o usar un herbicida quemante no residual con adherente. A los 40 días de germinado el cultivo, hacer una aplicación dirigida de un herbicida quemante con adherente.
- b. Aplicar Pendimetalina en dosis de 1.0 kg ia/ha en aplicaciones preemergentes, al cultivo y a la caminadora.
- c. Una aplicación 2.0 kg ia/ha, de atrazina en mezcla con pendimetalina (0.6 kg ia/ha) más el adherente en preemergencia al cultivo y a la maleza, ha resultado una práctica muy aceptable cuando la caminadora no ha germinado, lo que permite al maíz crecer sin competencia hasta 40 días después de la siembra.

Estas prácticas suelen proteger al maíz durante los primeros 40 días. Un plan de manejo complementario ayudará a bajar las poblaciones de la maleza, y puede incluir medidas como:

- Sembrar maíz de postera, siguiendo los patrones de manejo del problema antes indicados.
- Sembrar otro cultivo de hoja ancha en postera (frijol, soya, etc.) que ayudará a mantener el campo en una rotación beneficiosa para el control de malezas, mediante el empleo de herbicidas selectivos postemergentes eficaces contra la maleza.
- Dejar en descanso la tierra o usarla en pastoreo, pero tomando la precaución de eliminar los brotes de caminadora antes de la producción de semilla.
- En ciertas áreas ubicadas entre los 200 y 1200 msnm, la siembra del frijol de abono (*Mucuna* spp) puede hacerse a los 40 días de sembrado el maíz, tomando la precaución de reducir la dosis de atrazina. Ello impide que las malezas germinen pudiendo destruir muchas semillas por humedad acumulada debajo el manto establecido por *Mucuna* al cabo de una sucesión repetida de siembra de 3 años.
- En áreas no mecanizadas el problema de caminadora es menos severo ya que se presenta una menor dispersión de la semilla de la maleza. El usar semilla de maíz libre de caminadora y mantener un control manual de las malezas, asegura una cosecha en terrenos del agricultor de subsistencia.
- Además, laboreos de conservación, siembra en línea y aplicación de un herbicida quemante entre las líneas a los 30-40 días después de la siembra, sembrando a una densidad adecuada, equivalente a una distancia de 0.20m entre plantas y 0.90 a 1.00m entre hileras.

## BIBLIOGRAFIA SELECTA

### Prevención y Manejo de Plagas

- ANDREWS, K.L. 1986. Aprendizaje y adopción de tecnologías alternativas para el Manejo Integrado de Plagas de maíz y frijol en cooperativas agrícolas de Honduras. *In* Congreso de AGMIP (5, 1986, (Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. s.p.
- BUSTAMANTE, M. 1989. Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de maíz en La Esperanza, Siguatepeque y Francisco Morazán, Honduras. *In* Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP. (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. s.p.
- CATIE. 1983. Caracterización del área de las fincas y sistemas de cultivos practicados por los pequeños agricultores de Estelí, Nicaragua. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.
- \_\_\_\_\_. 1984. Alternativas de manejo del sistema maíz-frijol en El Rosario, Honduras. Turrialba, C.R., CATIE. 110 p. Serie Técnica. Informe Técnico No.45
- \_\_\_\_\_. 1985. Alternativas de manejo para el sistema maíz-maíz en Pococí, Guácimo. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.
- \_\_\_\_\_. 1985. Alternativas de manejo del sistema maíz-frijol en el Valle de Chimaltenango, Guatemala. Turrialba, C.R., CATIE. 68 p. Serie Técnica. Informe Técnico No. 144.
- DARDON, O.F. 1984. Control integrado de plagas en maíz. *In* Curso Internacional de Control Integrado de Plagas. (1984, Antigua, Gua). Memorias. Guatemala, ICTA. p. 146-156.
- DIAS DONAIRE, R.E. 1982. Caracterización y relación ambiente-manejo en sistemas de frijol y sorgo asociados con maíz en Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. s.p.
- NOE PINO, A. 1985. Plagas de maíz y sorgo. *In* Curso de Agronomía y Metodología de Producción de Semilla de Maíz. (1985, Tegucigalpa, Hond). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CYMMYT/Secretaría de Recursos Naturales de Honduras. Cap. XIV.
- SAUNDERS, J.L.; SHENK, M. 1979. Relación entre el tipo de labranza y la incidencia de plagas en los sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores. *In* Curso Manejo Integrado de Plagas en Sistemas de Producción de Cultivos para Pequeños Agricultores (1979, Turrialba, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE. vol. 2, p. 113-119.

### Insectos

- ANDREWS, K.L.; HUEZO DE MIRA, A.; HABEK, D.H. 1979. Gallina ciega en El Salvador: identificación de especies y determinación de la relación entre densidad y daño en el cultivo de maíz. *In* Reunión Anual del PCCMCA (25, 1979, Tegucigalpa, Hond). Memorias. Tegucigalpa, Hond, PCCMCA. vol. 2, p. 1-9.

- CARRILLO, E. 1987. Afidos y su control biológico en la asociación maíz-calabaza. *In* Congreso de AGMIP. (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 161-179.
- CASTRO, M.; PITRE, H.N.; MECKENSTOCK, D.H. 1987. Influencia de cultivos asociados maíz-maicillo-gandul en infestaciones de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) y *Diatraea lineolata* (Walker). *In* Semana Científica (3, 1987, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CURLA. sp.
- CORDON, M. 1987. Evaluación de 3 insecticidas para el control del gorgojo (*Sitophilus* sp.) en maíz almacenado, bajo condiciones del parcelamiento de La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez. *In* Congreso de AGMIP (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 35-39.
- CRUZ, D.O.; LEON, N.S.; DE LEON, C. S. 1986. Evaluación de materiales inertes sobre el control de insectos que dañan el follaje del maíz (*Zea mays*). *In* Congreso de AGMIP (5, 1986, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 217-224.
- GLADSTONE, S.M. 1987. Efecto de la aplicación del hongo entomopatógeno *Nomuraea rileyi*, en maíz sobre la dinámica de micosis en el cogollero *Spodoptera frugiperda*. *In* Congreso de AGMIP (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 180-188.
- HRUSKA, A.J. 1987. Períodos críticos de protección y el efecto de infestación del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera noctuidae) en maíz bajo riego en Nicaragua. *In* Congreso de AGMIP (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 216-227.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1979. El control de la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en maíz con insecticidas aplicados por métodos sencillos. Turrialba (C.R.) 29 (1):17-19.
- KING A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1981. El efecto de malezas y plantas hospederas de los adultos sobre infestación por *Phyllophaga menetries* (Blanch) (Coleóptera: scarabaeidae) en maíz (*Zea mays*). *In* Reunión Anual del PCCMCA (27, 1981, Santo Domingo, R.D.). Memorias. Santo Domingo, R.D., PCCMCA. p. 52.
- NICARAGUA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1976. Guía de control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol. Managua, Nic., Proyecto Integrado de Plagas. MIDINRA-FAO. p. 1-50.
- MULLOCK, B.; CANO E.; ANTON, T. 1989. Evaluación de campo de VPN para el control de *Spodoptera* spp. en soya y maíz en Nicaragua. *In* Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. s.p.
- REYES R. 1983. Un aplicador manual de insecticidas granulados; su eficacia para el control de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera, Noctuidae) y *Diatraea* sp. (Lepidoptera, Pyralidae) con Phoxim en el sorgo *Sorghum bicolor* en El Salvador, Centro América, Turrialba (C.R.) 33(4):375-379.
- RUEDA A. 1985. Distribución geográfica y porcentaje de infestación de *Listronotus dietrichi* (Coleóptera, Curculionidae) en maíz en Honduras. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP-38.

- SECARIA, E.; RUEDA, A.; ANDREWS, K.L. 1985. Avances en la investigación de *Listronotus* spp., una plaga poco conocida en maíz. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP-81.
- SEQUEIRA, R.M. 1983. Importancia de la hormiga brava, *Solenopsis germinata*, en maíz y sorgo sembrados en cultura mixta en Choluteca, Honduras. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP-83. 9 p.
- SHANNON, P.; MENESES, R.; ALVAREZ, F. 1987. Estimación de pérdidas en el cultivo de maíz en Guanacaste, Costa Rica. In Congreso de AGMIP (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 201-215.
- SHENK, M.; SAUNDERS, J.L. 1984. Vegetation Management systems and insect responses in the humid tropics of Costa Rica. Tropical Pest Management (T&T) 30(2):186-193.
- SWEZEY S. 1989. DL50 del VPN en *Spodoptera exigua* y *Trichoplusia ni* en Nicaragua. In Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. s.p.
- TRABANINO, R.; ANDREWS, K.L. 1988. Efecto de las prácticas culturales en Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en Centroamérica. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP
- TURLEY, F.; CORDOVA, M.P.; OBANDO, R. 1987 El achaparramiento de maíz y su vector *Dalbulus maidis* (Delong y Wolcstt) en Nicaragua. In Congreso AGMIP (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 354
- VELASQUEZ, M. 1988. Un nemátodo entomófago (Diplogasterido) control biológico de la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en Guatemala. In ICTA. Informe Técnico Laboratorio Integral de Protección Agrícola. Guatemala, ICTA. s/p.

### Enfermedades

- ANDERSON, B.; WHITE, D.G. 1987. Fungi associated with cornstalk in Illinois in 1982 and 1983. Plant Disease. (EE.UU.) 71(2):135-136.
- ANDREWS, K.L. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en maíz y sorgo. In Andrews, K.L.; Quezada, J.R. ed. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en Centro América: estado actual y futuro. Tegucigalpa, Hond., s.n. Cap. 34.
- CASTAÑO, Z.J. 1987. Principales enfermedades de maíz y su control. In Seminario sobre Últimos Avances Tecnológicos en la Producción de Maíz. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-122. 12 p.
- DEL RIO, L. 1989. El complejo de la pudrición de la mazorca de maíz en Honduras. In Seminario-Taller de Maíz Muerto (3, 1989, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana.

- LOPEZ, J. 1989. Estimación de las pérdidas provocadas por la pudrición de la mazorca de maíz en Taulabé, Comayagua, Honduras. *In* Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. sp.
- MENDOZA, J.B. 1985. Enfermedades de maíz y sorgo. *In* Curso de Agronomía y Metodología de Producción de Semilla de Maíz (1985, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CIMMYT/Secretaría de Recursos Naturales. Cap XV.
- MONTOYA MAQUIN, J.M.; SCHIEBER, E. 1970. La práctica del doblado de maíz (*Zea mays* L.) y su relación con la incidencia de hongos en la mazorca. Turrialba (C.R.) 20(1):24-29.
- OCHOA, S. G. 1975. Obtención de fuentes de resistencia a pudriciones del tallo y de la mazorca del maíz, causadas por *Giberella zeae*, *G. fijiokorio* y *Diplodia zeae*. *In* Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrícolas. Seccional Medellín. Informe II. Medellín, La Universidad. sp.
- PANIAGUA, B.O. 1987. Daño de maíz muerto causado por *Diplodia maydis* (Berk) según el sistema y época de cosecha del maíz (*Zea mays*). *In* Reunión Anual del PCCMCA (33, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, PCCMCA. sp.
- SCHIEBER, E. 1969. Reconocimiento preliminar sobre enfermedades del maíz en Centroamérica y Panamá. Turrialba (C.R.) 19(1):66-70.

### Malezas

- AKER, C. 1989. Crecimiento, reproducción de coyolillo *Cyperus rotundus* en Nicaragua. *In* Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. s.p.
- ANTUNES H. 1987. Control de malezas químico y con frijol de abono (*Mucuna duringianum*) en maíz. *In* Semana Científica (3, 1987, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CURLA-UNAH. s.p.
- BUSTAMANTE, M. 1985. Control de malezas en el cultivo de maíz. *In* Curso de Agronomía y Metodología de Producción de Semilla de Maíz. (1985, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CIMMYT/ Secretaría de Recursos Naturales. Cap XIII.
- \_\_\_\_\_. 1987. Competencia y control de caminadora (*Rottboellia exallata*) en maíz (*Zea mays*) en el norte y litoral Atlántico de Honduras. *In* Congreso de AGMIP (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 311-322.
- FISCHER, R. 1987. Efectos biológicos y económicos de dos tipos de labranza de suelo y dos manejos de malezas en el sistema maíz-frijol. *In* Semana Científica (3, 1987, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CURLA-UNAH. sp.
- HARPER, J.L. 1977. Population Biology of Plants. New York, Academic Press. 882 p.

- IBARRA, M.; DIAZ, A.; PAREJA, M. 1989. Manejo Integrado de coyolillo *Cyperus rotundus*. In Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. sp.
- JIMENEZ, J.M. 1989. Reconocimiento de fitopatógenos de la maleza caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* Lour). In Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. s.p.
- LOPEZ, J.; PADILLA, R.; PINEDA L.; MONTERROSO, D. 1987. Sondeo para la estimación preliminar de pérdidas ocasionadas por el complejo "maíz muerto" en Taulabe, Comayagua. In Congreso de AGMIP (5, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. p. 371-376.
- MALDONADO, M.A. 1986. Control de malezas en el sistema maíz-ajonjolí en los parcelamientos de "La Blanca y La Maguna". In Seminario Taller Ciencias de las Malezas (1986, Guatemala). Memorias. Guatemala, CATIE/MIP p. 171-182.
- \_\_\_\_\_. 1986. Epoca crítica de competencia maíz-malezas en los parcelamientos de la costa sur de Guatemala. In Seminario Taller Ciencias de las Malezas (1986, Guatemala). Memorias. Guatemala, CATIE/MIP p. 121-126.
- MERINO, C.; GUERRERO, O.; GUIDO, M. 1989. Estimación de pérdidas causadas por malezas en el cultivo de maíz. In Congreso Nacional y II Internacional de AGMIP (6, 1989, Guatemala). Memorias. Guatemala, AGMIP. sp.
- MORENO, R.; PINEDA, L.; BUSTAMANTE, M. 1987. Epocas críticas de competencia de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* Lour.) en maíz en San Jerónimo, Comayagua, Honduras. In Semana Científica (3, 1987, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CURLA-UNAH. p. 30
- PANIAGUA, B.O. 1987. Manejo químico de malezas con énfasis en el cultivo de maíz. Tegucigalpa, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP-123.
- RODRIGUEZ Q., R.; MATUTE, L.A. 1987. Control químico de *Cyperus rotundus* en el cultivo de maíz. In Semana Científica (3, 1987, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CURLA-UNAH. 29 p.
- VALLADARES, J.; BUSTAMANTE, M. 1987. Manejo de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* Lour.) en un sistema de producción maíz-sorgo en la localidad de Tulín, Olancho. In Semana Científica (3, 1987, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CURLA-UNAH. p. 29
- VIOLIC, A.D.; PALMER, A.F.E.; KOCHER, F. 1984. Control de malezas en maíz. Experiencias del CIMMYT en labranza de conservación en el trópico bajo de Veracruz, México. In Reunión Anual del PCCMCA (30, 1984, Managua, Nic.). Memorias. Managua, Nic., PCCMCA. s.p.
- ZELAYA-O.; SHARMA, D.; BUSTAMANTE, M. 1988. Competencia y control de caminadora (*Rottboellia exaltata* L. Lf.) en maíz (*Zea mays*) en el norte y litoral atlántico de Honduras, C.A. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (1986, San José, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R., MIP/CATIE. p. 311-322.

**Temas Variados**

- CIMMYT. 1985. Diagnóstico de problemas de maíz en el campo. *In* Curso de Adiestramiento en Maíz (1985, México). Memorias. México, CIMMYT. sp.
- COSTA RICA. CONSEJO NACIONAL DE LA PRODUCCION. 1988. Registros anuales de producción nacional de maíz en Costa Rica. *In* Banco Central de Costa Rica. Cifras sobre producción agropecuaria 1977-1986. San José, C.R., BCCR. sp.
- FAO. 1984. FAO Production Bulletin. Roma, Italy, FAO. sp.
- MARTINEZ O., M.J. de. 1986. Evolución y biosistemática del maíz. Tikalia. (Gua) no. 1:17-30.
- RITCHIE, S.W. 1985. Como se desarrolla una planta de maíz. *In* Curso de Agronomía y Metodología de Producción de Semilla de Maíz (1985, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., CIMMYT/Secretaría de Recursos Naturales. Cap. 1.
- SIECA. 1985. Estimación de pérdidas post-cosecha en Centroamérica. Guatemala, SIECA/Unidad de Post-cosecha. sp.
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated Pest Management in the Small Farmer's Maize Crop in Nicaragua. The Netherlands, Landbouwhoge School Wageningen. 221 p.