

Serie Técnica
Informe Técnico No. 151

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

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 TOMATE**

Contenido

Presentación	IX
Reconocimientos.....	XI
Preámbulo	XIII
1. INTRODUCCION AL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	1
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	6
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.....	7
1.6 Tácticas usadas en el manejo integrado de plagas	8
Control biológico.....	8
Control fitogenético.....	8
Prácticas culturales	9
Controles mecánicos y físicos	9
Medidas legales	9
Control autocida	9
Control etológico.....	9
Control químico.....	9
2. EL CULTIVO	11
2.1 Aspectos económicos.....	11
2.2 Crecimiento y desarrollo	13
Etapas fenológicas	16
3. DIAGNOSTICO EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.....	17
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.....	19
Plantas enfermas	24
Acaros e insectos	24
Malezas.....	25
Otras consideraciones.....	25
3.3 Diagnóstico de plagas de tomate.....	28
3.4 Fenología del tomate e incidencia de plagas.....	33
4. PLAGAS DEL CULTIVO.....	37
4.1 Prevención y manejo de plagas	37
Uso de variedades resistentes.....	37
Uso de semilla seleccionada o certificada.....	39
Selección del campo y rotación de cultivos.....	40
Preparación del suelo.....	40

	Métodos de siembra.....	40
	Semilleros o almácigos.....	40
	Trasplante	41
	Distancia de siembra.....	42
	Sanidad	42
	Uso de tutores	42
	Poda de la planta.....	42
	Fertilización.....	43
	Análisis foliar	44
	Epoca y forma de aplicación	44
	Riego.....	45
4.2	Plagas invertebradas	47
	Insectos.....	47
	<i>Heliothis zea</i> y <i>H. virescens</i> , gusanos del fruto	48
	<i>Bemisia tabaci</i> , mosca blanca	51
	<i>Liriomyza</i> spp., minador de la hoja	53
	<i>Keiferia lycopersicella</i> , gusano alfiler	54
	Gusanos del complejo <i>Spodoptera</i>	56
	Afidos	58
	Otras plagas insectiles importantes	60
	Acaros.....	62
	<i>Aculops lycopersici</i> , canelilla.....	62
	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> , ácaro blanco, ácaro tostador de la papa, ácaro del chile	63
	<i>Tetranychus urticae</i> , arañita roja, ácaro de dos manchas	64
	Nematodos.....	65
4.3	Patógenos.....	68
	Introducción.....	68
	Actividades fisiológicas afectadas por los patógenos.....	68
	Absorción y traslocación de agua y nutrientes.....	71
	Fotosíntesis	71
	Formación y desarrollo de frutos	71
	Maduración de frutos en postcosecha	72
	Principales enfermedades del tomate en América Central	72
	Hongos.....	72
	<i>Pythium</i> spp y <i>Rhizoctonia</i> spp., mal del talluelo	72
	<i>Alternaria solani</i> , tizón temprano	72
	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> , marchitez fugosa.....	74
	<i>Phytophthora infestans</i> , tizón tardío	75
	<i>Sclerotium rolfsii</i> , pudrición del cuello	75
	<i>Corynespora cassicola</i> , mancha de la hoja	77
	<i>Stemphylium solani</i> , mancha gris de la hoja	77
	<i>Fulvia fulvum</i> , moho de la hoja	77
	Bacterias	77
	<i>Pseudomonas solanacearum</i> , marchitez bacterial	77
	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> , pudrición bacterial del tallo.....	79
	<i>Erwinia</i> spp., podredumbre blanda bacteriana.....	80
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>vesicatoria</i> , mancha bacteriana	82
	<i>Pseudomonas syringae</i> pv <i>tomato</i> , pringue bacteriano, peca bacteriana	83
	<i>Clavibacter michiganense</i> , cáncer bacteriano.....	84

Virus	85
Virus del mosaico del tabaco (VMT, TMV)	85
Virus Y de la papa (VYP)	86
Virus X de la papa (VXP)	87
Mosaico amarillo del tomate (VMAT)	87
Virus del grabado del tabaco (VGT)	87
Enfermedades abióticas	88
Deficiencias de calcio y pudrición del extremo apical	88
Grietas radicales y circulares	88
"Cara de gato"	89
Caída de flores	89
Quema del sol	89
4.4 Malezas	89
Relaciones de las malezas con los cultivos	89
Biología y ecología de las malezas	90
Interferencia de las malezas con el cultivo del tomate	91
Malezas más comunes en tomate	91
Trópico Húmedo	93
<i>Blechnum pyramidatum</i> , camaroncillo	93
<i>Commelina diffusa</i> , canutillo	94
<i>Bidens pilosa</i> , moriseco, amor seco, aceitilla, flor amarilla	95
<i>Eclipta alba</i> , botón blanco, botoncillo	96
<i>Phyllanthus niruri</i> , tamarindillo	97
<i>Digitaria sanguinalis</i> , guardarocío, hierba de conejo	98
<i>Mimosa pudica</i> , dormilona	99
<i>Richardia scabra</i> , chiquizacillo	100
<i>Drymaria cordata</i> , nervillo	101
Trópico Subhúmedo	102
<i>Ageratum conyzoides</i> , santa lucía, curarina	102
<i>Emilia fosbergii</i> , clavelillo	103
<i>Galinsoga ciliata</i> , mielcilla, olla nueva	104
<i>Melampodium divaricatum</i> , flor amarilla	105
<i>Melampodium perfoliatum</i> , flor amarilla	106
<i>Eleusine indica</i> , pata de gallina	107
<i>Borreria laevis</i> , botoncillo	108
<i>Solanum americanum</i> , yerbamora	109
<i>Verbena littoralis</i> , verbena	110
Trópico Seco	111
<i>Amaranthus spinosus</i> , bleado, huizquilite	111
<i>Polanisia viscosa</i> , cachitos	112
<i>Baltimora recta</i> , mirasol	113
<i>Cyperus rotundus</i> , coyolillo, pimentilla	114
<i>Euphorbia heterophylla</i> , pascuíta, lechosa	115
<i>Cynodon dactylon</i> , bermuda, grama	116
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> , caminadora	117
<i>Desmodium</i> sp., pega-pega	118
<i>Sida acuta</i> , escobilla	119
<i>Boerhavia erecta</i> , golondrina	120
<i>Portulaca oleracea</i> , verdolaga	121
<i>Kallstroemia maxima</i> , verdologuita	122
El manejo de las malezas en tomate	123
Algunos casos especiales con las malezas en tomate	127
BIBLIOGRAFIA SELECTA	131

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

XII

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 Rittenhause, 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 Viquez, Viria Araya, Xinia Solano, Manuel Chacón, Denis Alpizar, 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 Cartín. **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 Cedeno. **Ministerio de Desarrollo Agropecuario, MIDA:** María Moreno. **Compañía Nestlé:** Aurelino Lamboglia.

PREAMBULO

El tomate es originario de la zona Andina (Perú, Bolivia, Ecuador), aunque la zona de domesticación fue el sur de México y norte de Guatemala, donde existe el mayor grado de diferenciación varietal de la planta. Los nativos lo cultivaban antes que llegaran los conquistadores a América. Sin embargo, es sólo a partir del siglo XIX cuando adquiere gran importancia económica a nivel mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa, la hortaliza más difundida y predominante en el mundo.

La presente guía contiene información de utilidad para investigadores, asistentes técnicos, extensionistas y productores de tomates. Los elementos básicos sobre el cultivo y sus problemas fitosanitarios se presentan en forma resumida en cuatro capítulos. En los casos en que ha sido posible se plantean alternativas para manejar los problemas de plagas más importantes en Centro América. Debe aclararse que el termino "plaga" se utiliza en esta guía en forma genérica para referirnos a todo organismo competidor o antagónico con el cultivo (hongos, bacterias, virus, micoplasmas, nematodos, insectos, ácaros, malezas y otros).

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

El Capítulo 2 da a conocer la importancia del cultivo, las áreas de producción, comercialización y consumo nacional. De igual manera se incluye información sobre la fenología y ecología del cultivo.

El Capítulo 3 presenta metodologías generales para el diagnóstico de los diversos problemas que afectan diferentes partes de la planta de tomate. Esta información permite la orientación del usuario para un diagnóstico de campo, de acuerdo con la distribución, síntomas y signos de la plaga.

El Capítulo 4 presenta las diferentes plagas que afectan al cultivo del tomate y los métodos de prevención y manejo de las mismas, resultado de las experiencias acumuladas en investigación tanto del proyecto MIP del CATIE como de las instituciones nacionales e internacionales que trabajan en problemas fitosanitarios de la región.

Esta publicación no constituye 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 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, el propósito de presentar esta información es el de estimular actividades de comprobación y adaptación en condiciones locales.

Es necesario señalar que en toda 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, además 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

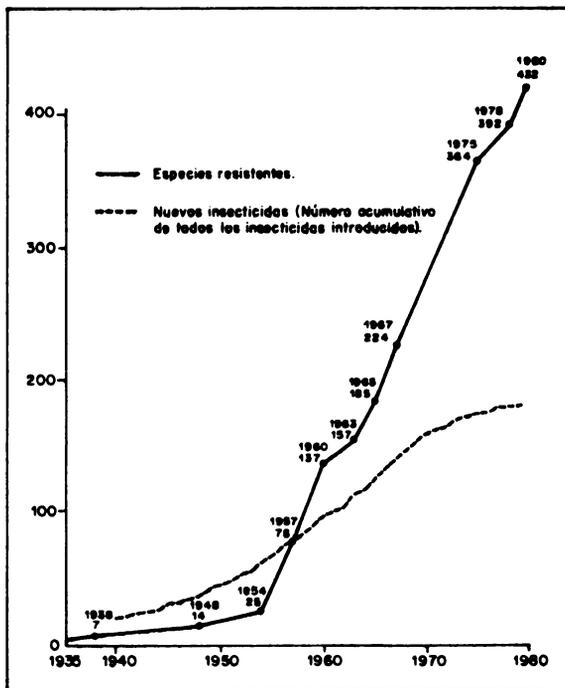


Figura 1: Especies resistentes de artrópodos a insecticidas nuevos entre 1938-1980. Fuente: Georgiou y Taylor (1976).

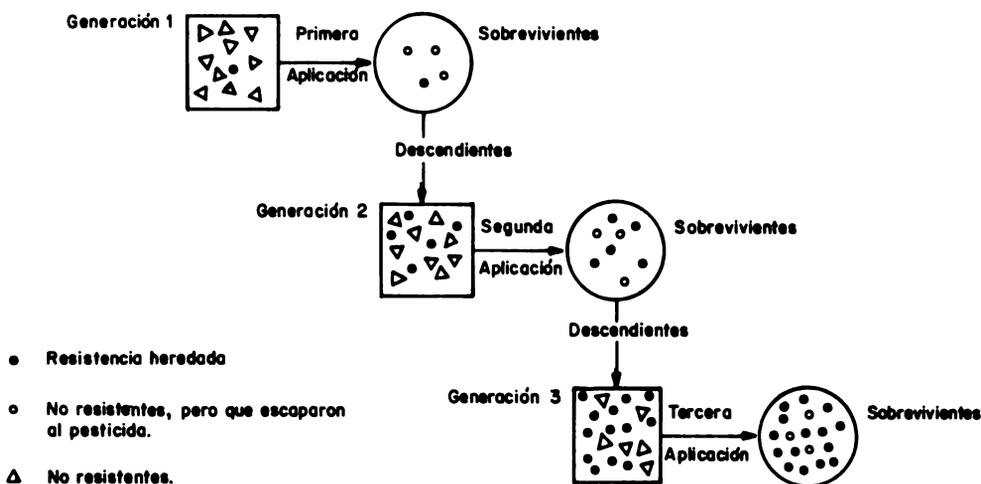


Figura 2: Evolución de la resistencia a plaguicidas. Modificado de Flint y van den Bosch (1977).

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 pro-

ducto: 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).

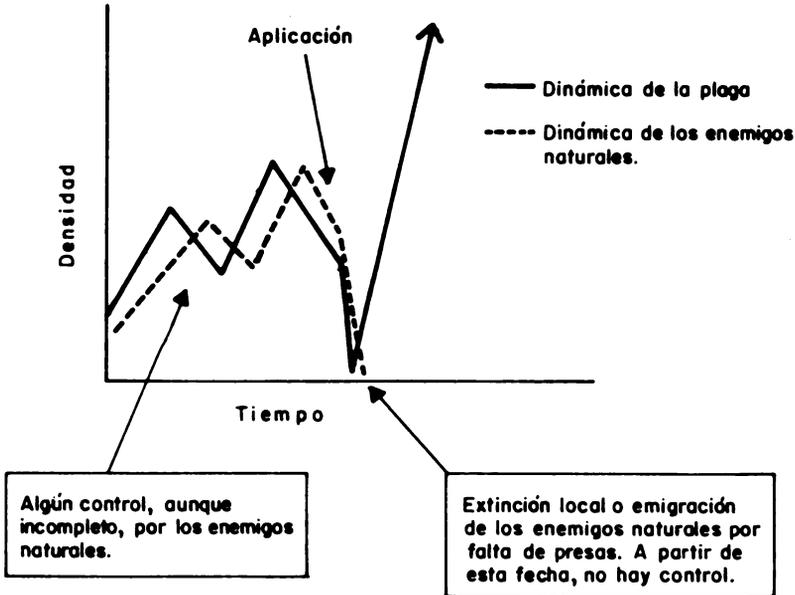


Figura 3: Resurgimiento de una plaga primaria.

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 algoneros abandonaron el cultivo. Este fenómeno se puede estar dando ya en otros cultivos como las hortalizas. El reto de los fitoprotectores 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.

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.

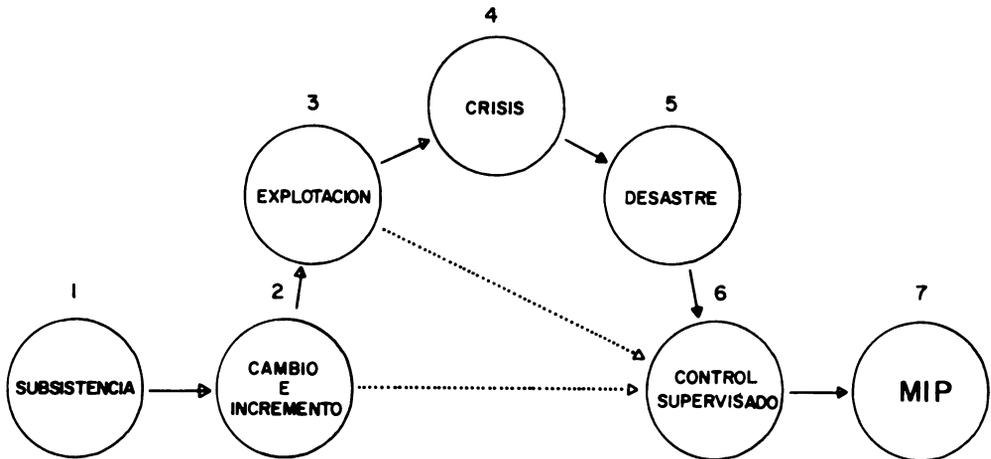


Figura 4: Fases históricas del cultivo del algodón, con las perspectivas de aplicarlas a otros cultivos, buscando pasar de las fases 2 ó 3 directamente a la 6 y luego al MIP. Modificado de Smith (1971).

En esas reservas biológicas encuentran refugio valiosas especies de enemigos naturales con el potencial para 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 generar 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 programas 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**, un factor inherente a la agricultura, 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 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 destinadas a evitar la presencia de una plaga en un país o región 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

De la gran diversidad de hortalizas de follaje y fruto que se explotan a nivel centroamericano, el tomate es la más importante, tanto por la superficie dedicada a la siembra (21000 ha/año) como por el valor de producción que alcanza más de \$50 millones. Este cultivo genera una alta entrada de divisas, especialmente en Guatemala y Panamá; emplea gran cantidad de mano de obra y promueve una considerable actividad económica por el monto de insumos y horas/hombre dedicadas a su producción, mercadeo y agroindustria. Asimismo, tiene un considerable valor nutricional para la población centroamericana, siendo una fuente importante de vitaminas y minerales, con un consumo per cápita diario de 30 g por habitante.

A pesar de que las explotaciones tomateras son intensivas y tecnificadas, los rendimientos son bajos (12.75 ton/ha) en comparación con el norte de América y Europa, donde se obtiene un promedio de 25 ton/ha. Una de las causas de esta baja producción es la incidencia de plagas, que en ocasiones destruyen por completo el cultivo o reducen de manera sustancial el rendimiento, haciendo las explotaciones poco rentables.

El tomate es producido en Centro América principalmente para consumo en fresco. En los últimos años, el uso del tomate en la industria ha aumentado considerablemente, lo que ha producido un incremento en el área de siembra. La mayor parte de las 21.000 ha. cultivadas se siembran en Guatemala (9.600 ha.) y Honduras (3.500 ha.), lo que representa el 62% del total del área sembrada en Centro América.

La siembra de tomate es estacional y responde a expectativas de precios por parte de los agricultores y a la disponibilidad de tierra con suficiente agua. Los rendimientos dependen del nivel tecnológico aplicado por los productores, de los factores climáticos y de la incidencia de plagas y enfermedades. Los precios del tomate son inestables debido específicamente a dos factores: a) variaciones en la oferta y b) lo perecedero del producto. Durante las épocas de sobreproducción, el productor recibe bajos precios por su producto, por lo que -en ciertas ocasiones- lo deja perder. En épocas de baja producción, obtiene altos precios por su producto sin importar su calidad. Esto causa grandes variaciones en el precio en períodos muy cortos.

Los productores de la región tienen acceso a una alta tecnología. Se hacen grandes inversiones en insumos e implementos. Estas inversiones, en combinación con las grandes fluctuaciones en los precios, representan altos riesgos para los productores de tomate.

Una de las fuentes de riesgo más importantes para el productor son las plagas, que pueden ocasionar pérdidas en el rendimiento y calidad del producto, reduciendo los ingresos del agricultor. Los principales problemas reportados en el cultivo son los insectos dañinos y las enfermedades. Respecto a los primeros, se han reportado en Panamá pérdidas de 10-50% debido al enrollador de la hoja (*Keiferia* spp.). Las reducciones en el rendimiento causadas por el gusano del fruto (*Heliothis* spp.) son para Costa Rica y Panamá de un 10% y para Guatemala de un 20 al 40%. Respecto a problemas patológicos, se reportan para Costa Rica pérdidas debido a enfermedades del fruto de un 10-15%. En el caso de la marchitez bacteriana se informa de pérdidas de un 20-30% en Panamá, un 50% en Costa Rica y un 40% en El Salvador. Debido a otros

problemas patológicos como tizones, se reportan pérdidas altas en cantidad y calidad en Guatemala y Costa Rica. Debido a virus, se reportan reducciones de rendimiento de 10-40% en Costa Rica y de 5-30% en Panamá.

La reducción de los rendimientos debido a las plagas afecta negativamente las ganancias del agricultor. Al combatir las plagas el productor espera recibir beneficios por su acción. Para garantizar esto, se deben controlar las plagas solamente cuando el costo de su control es menor que los beneficios esperados. Los productores de la región han respondido a las pérdidas en la producción debidas a las plagas con una alta inversión de recursos en su combate.

En un trabajo realizado con productores de tomate del Valle Central en Costa Rica, se determinó que los agricultores con expectativas de precios y rendimientos altos aumentan en 31% el uso de insecticidas respecto a los menos optimistas. La principal táctica de combate practicada por los agricultores de la región es el uso de plaguicidas, aplicados en forma calendarizada. En el Valle Central de Costa Rica, en la época de invierno, los agricultores llegan a realizar hasta 24 aspersiones de plaguicidas.

En la región centroamericana el gasto de plaguicidas para el control de insectos y enfermedades representa entre el 12% y el 22% de los costos directos de producción (Fig.5). Este gasto y el costo de su aplicación representa entre el 20% y el 30% de los costos totales directos. Las malezas son de menor importancia económica en el cultivo de tomate. Se controlan principalmente con limpiezas manuales y aporques; sin embargo en algunas ocasiones se utilizan herbicidas.

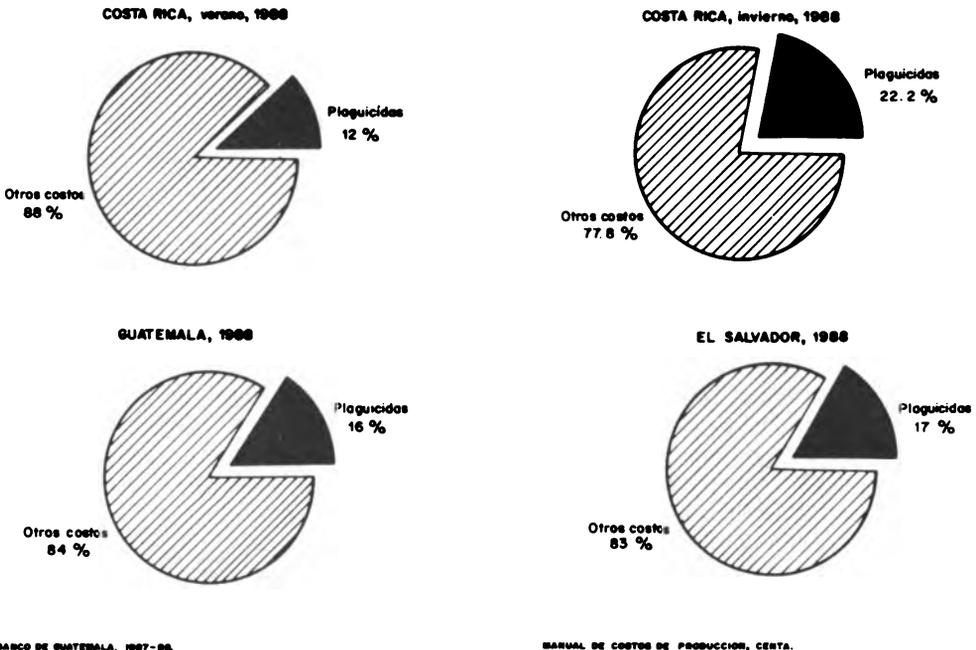


Figura 5. Algunas estructuras de costos de producción directos de tomate en Centro América

La reducción en los rendimientos y la calidad debida a plagas justifica gastos en su control. Sin embargo, este control como es actualmente realizado por los productores es costoso económica y socialmente. El MIP tiene un doble rol en cuanto al mejoramiento del control de las plagas y a la reducción los costos de realización de dicho control. En esta forma se aumen-

tarán los ingresos del productor, a la vez se mejorará su capacidad para enfrentar las fluctuaciones de precios en los mercados.

2.2 Crecimiento y Desarrollo

El tomate cultivado actualmente (*Lycopersicon esculentum*) probablemente se deriva de un ancestro que aún se encuentra en forma silvestre en los trópicos de Centro América y que se conoce comúnmente como "tomatillo" (*L. esculentum* var. *cerasiforme*). Ambos pertenecen a la familia de las solanáceas (Solanaceae), que incluye otras plantas comestibles domesticadas (chile, papa, berenjena), poco domesticadas (miltomate), no domesticadas pero de uso tradicional (hierbamora, vuélvete-loco) y otras sin ningún uso actual. La familia es de fácil reconocimiento en el campo por ciertas características botánicas. Típicamente, sus miembros contienen alcaloides (en el caso del tomate, tomatina) en concentraciones variables, dependiendo de la especie y parte de la planta de que se trate. Las principales partes y estructuras de la planta de tomate mencionados en el texto de esta guía, se presentan en la Figura 6.

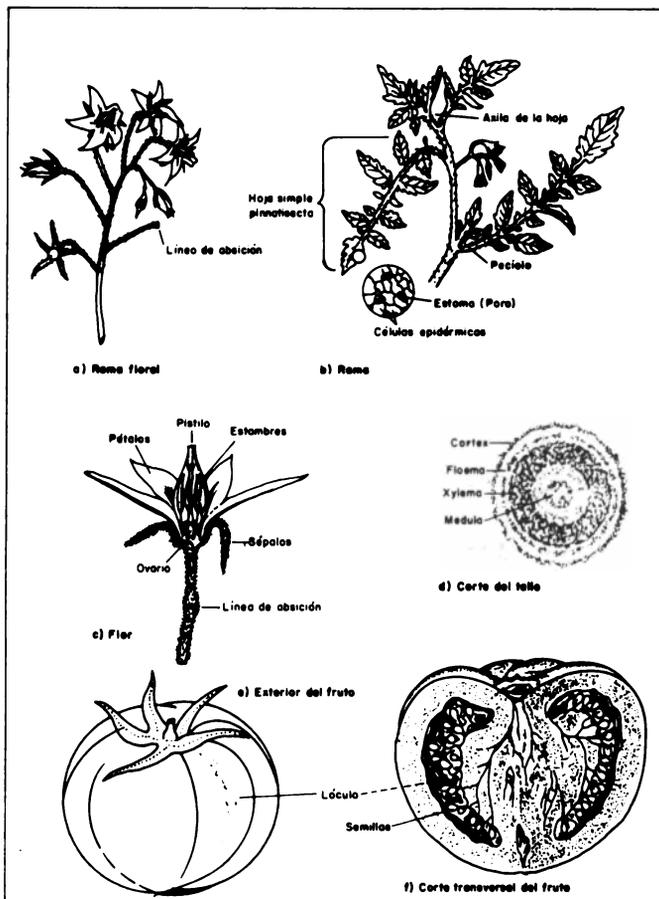


Figura 6. Diagramas de las principales estructuras de la planta de tomate. [a, c y f, tomados de Ortho (s.f.); b, d y e, tomados de Univ. of California (1985)].

El tomate necesita de varios factores de crecimiento para su desarrollo (Fig. 7). La planta obtiene el agua y los nutrientes del suelo; del aire, el dióxido de carbono (para realizar la fotosíntesis) y el oxígeno (para respirar). La fotosíntesis suministra a la planta los carbohidratos que necesita y, consecuentemente, cuanto mayor sea el suministro de los factores necesarios para la fotosíntesis, mejor será su nivel nutricional. La respiración utiliza los carbohidratos para generar la energía que la planta necesita para realizar la mayor parte de los procesos de crecimiento y desarrollo y, como consecuencia, un buen suministro de oxígeno mejora su nivel energético. Las raíces también necesitan respirar; los suelos con exceso de agua no ofrecen el nivel de oxígeno adecuado para la respiración. Es necesario suministrar los factores de crecimiento para mantener a la planta sana y vigorosa, de tal modo que pueda enfrentar condiciones tales como la competencia de otras plantas y los ataques de insectos y patógenos.

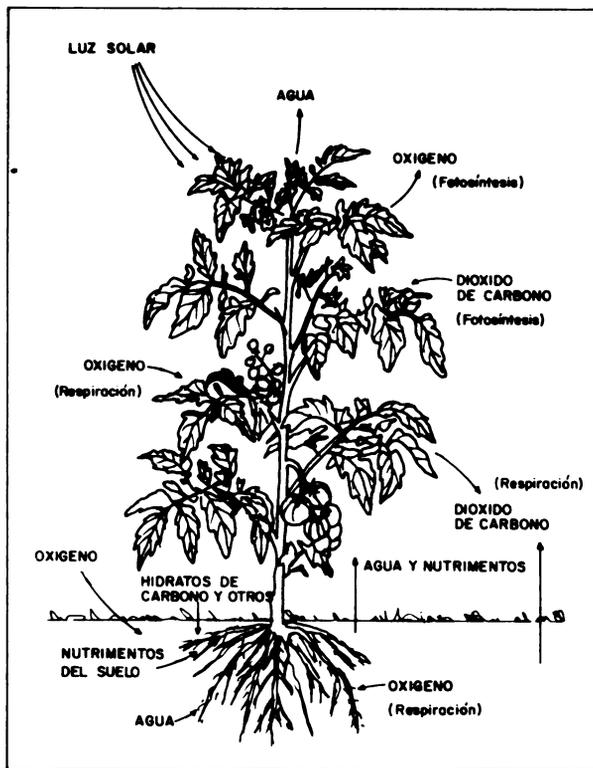


Figura 7. Procesos básicos de intercambio entre la planta de tomate y el medio ambiente

Según su hábito de crecimiento, las variedades de tomate pueden ser determinadas o indeterminadas. Las variedades de **hábito determinado** (Fig. 8) son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas, y su producción de fruto se concentra en un período relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas; poseen inflorescencias apicales. Las variedades de tomate para industrializar son, por lo general, de hábito determinado, con frutos en forma de pera o ciruela, redondo-alargados, acorazonados o cilíndricos. Las variedades de **hábito indeterminado** (Fig. 9) tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extienden por períodos muy largos. Las variedades de tomate para mesa y los tomatillos ("cherry") tienen por lo general hábito indeterminado y las plantas necesitan de tutores que conduzcan su crecimiento.

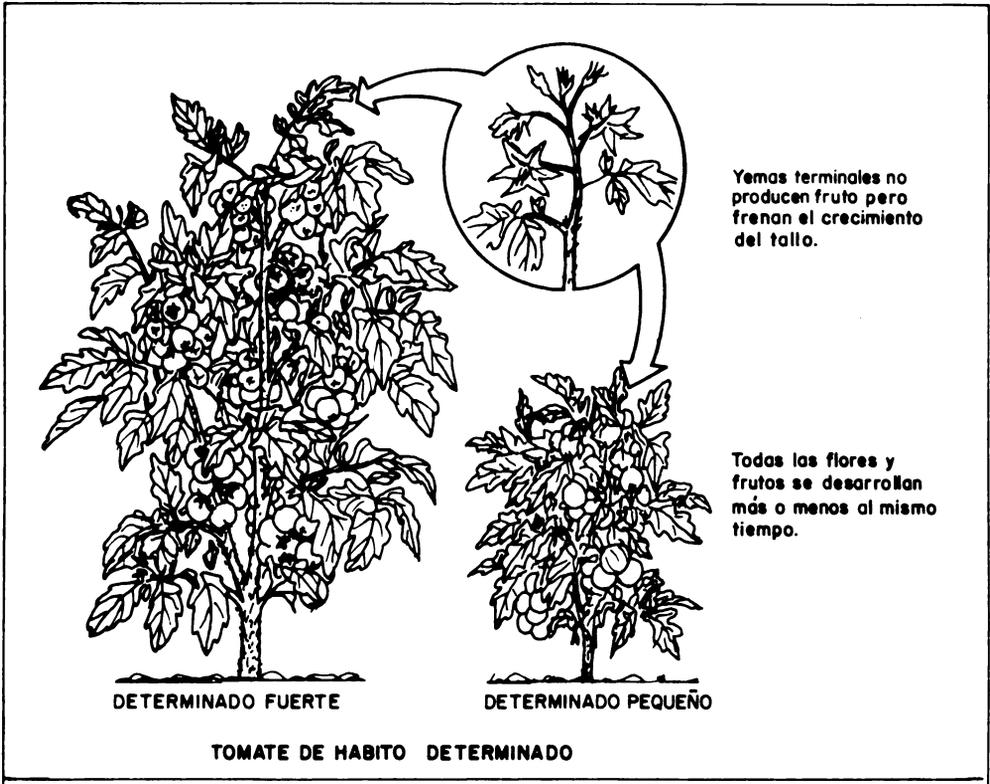


Figura 8. Tomate de hábito determinado.

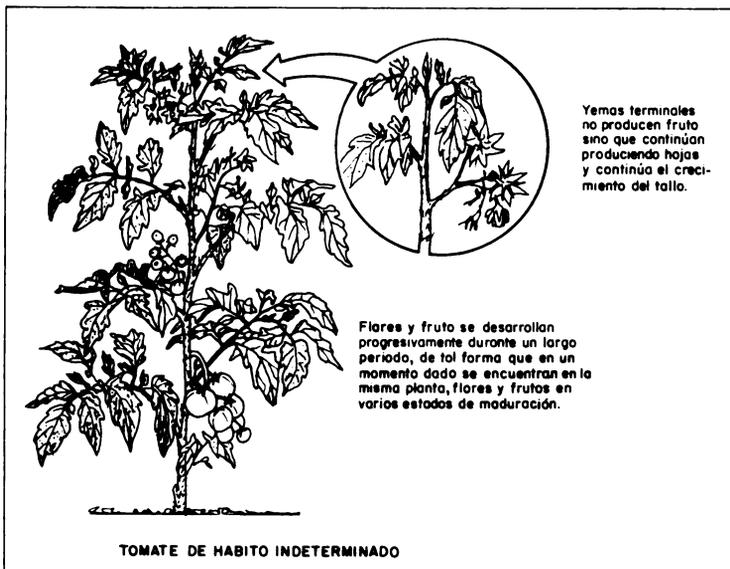


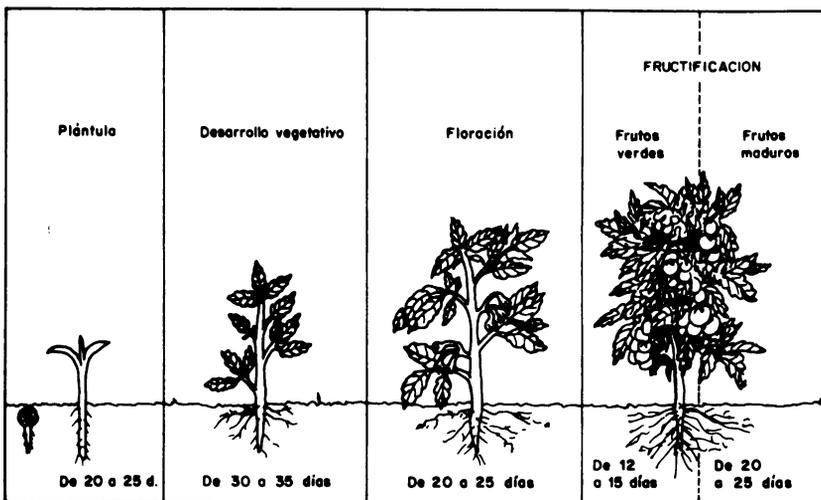
Figura 9. Tomate de hábito indeterminado.

El tomate es un cultivo con capacidad de crecer en condiciones climáticas muy variadas. En la región el tomate es cultivado en altura (altiplanos de Guatemala, Costa Rica, Honduras) y en los valles bajos del trópico seco, con riego. En general, en las áreas altas se siembra tomate para mesa, de hábito indeterminado, con buenos rendimientos. Sus problemas de insectos plagas no son muy serios y las malezas y enfermedades lo serán de manera variable según sea la cantidad y la distribución de la precipitación durante el ciclo del cultivo. El factor más limitante de la producción de tomate de altura es el riesgo de heladas o temperaturas bajas que prevengan o retrasen el desarrollo del cultivo. Las variedades de tomate que se siembran en los valles bajos del trópico seco o intermedio, normalmente bajo riego, son de crecimiento determinado y, en general, para procesamiento industrial. Bajo estas condiciones climáticas, los insectos plagas pueden ser factores limitantes a la producción y las enfermedades serán más o menos serias dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad relativa del lugar. Las malezas no constituyen un gran problema para la producción de tomate bajo riego ya que sus poblaciones responden al riego y, por consiguiente, son predecibles y manejables.

Etapas fenológicas

La diversidad de microclimas en los que se cultiva el tomate hace difícil una generalización de la fenología del cultivo. Sin embargo, se considera necesario la presentación de los estadios de desarrollo y su duración para una de las condiciones comunes de las áreas tomateras de la región. El desarrollo y la fenología de una variedad de tomate de hábito determinado, creciendo en condiciones del trópico seco bajo con riego, se esquematizan en la Figura 10.

La plántula de tomate se mantiene en el semillero por 20 a 25 días. Luego del trasplante, el tomate continúa en su etapa vegetativa por unos 30 a 35 días más y, a los 50 o 60 días (30 a 35 días después de la siembra, DDS), inicia la floración. La etapa reproductiva, floración y fructificación, se extiende por unos 32 a 40 días antes de la cosecha, la cual se inicia a los 62-75 DDS. Bajo condiciones de buena nutrición y buena sanidad del cultivo, se realizan hasta 6 o 7 cortes, según la variedad, durante un período de 20 a 25 días. En este ejemplo, para las condiciones de producción mencionadas, el ciclo total del cultivo, desde la siembra hasta el último corte, oscila entre los 82 y los 100 días.



CICLO DE 82 A 100 DIAS.

Figura 10. Desarrollo fenológico de una variedad de tomate de hábito de crecimiento determinado, bajo condiciones de trópico seco centroamericano.

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 a nivel de área geográfica o 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 e implementan nuevas tecnologías sólo porque sean estadísticamente superiores a las prácticas convencionales. Hay cuatro factores básicos que afectan al agricultor en su toma de decisiones: factores socioeconómicos, los recursos económicos del agricultor, sus objetivos y necesidades y sus percepciones subjetivas.

Debido a lo anterior, los investigadores en agricultura 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 por desarrollar deben ser comprensibles, técnicamente factibles, con viabilidad económica y aceptables culturalmente. Los factores socioeconómicos deben de 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. Para obtener información primaria se usan las encuestas informales y las 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 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 es-

tudiados y otras actividades relacionadas. La información por 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.

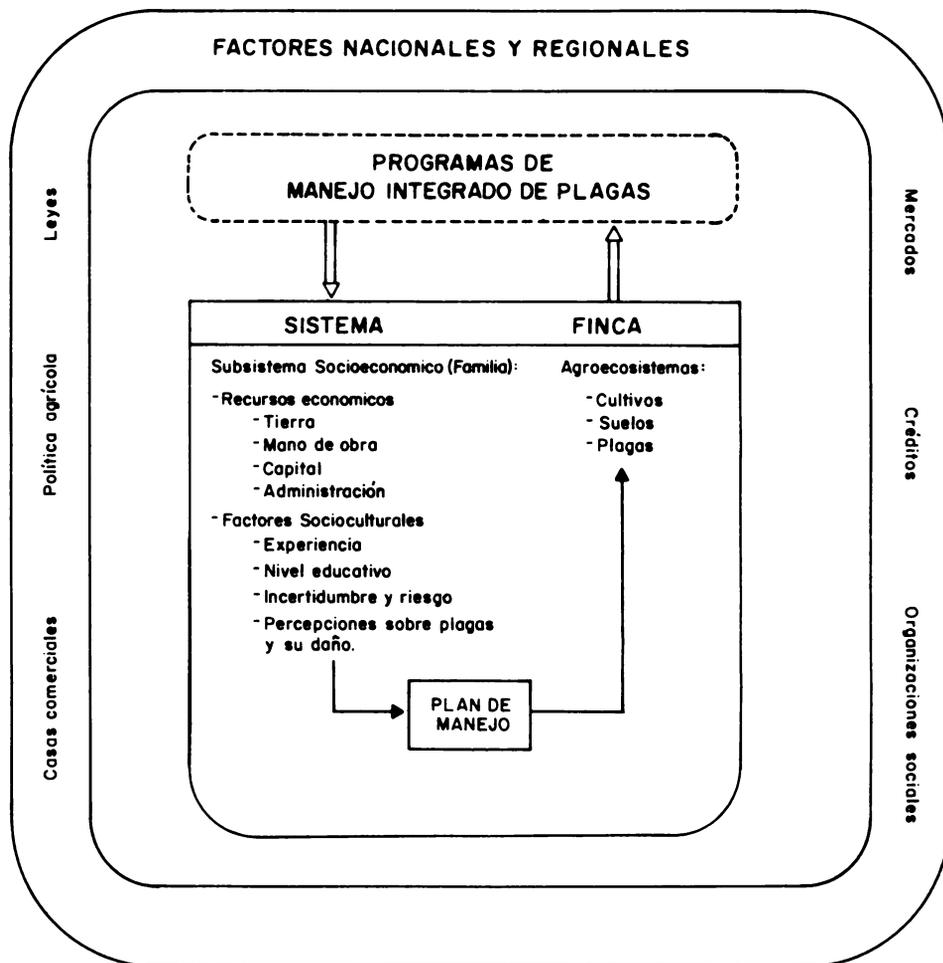


Figura 11. La finca del agricultor como un subsistema.

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 específicamente sobre el combate de plagas. La Figura 11 presenta la finca del agricultor como un subsistema dentro del sistema más global del área geográfica local y éste, dentro del sistema nacional. Hay factores socioeconómicos en todos los niveles que afectan las decisiones del agricultor con respecto a su familia y a 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 niveles más específicos es necesario el seguimiento dinámico para obtener información confiable. Por lo

anterior, el seguimiento dinámico se puede concentrar en dos niveles: el de sistema de producción (agroecosistema) y el de sistema finca.

Información que se debe obtener

Dentro del desarrollo de programas de MIP, el objetivo principal del seguimiento dinámico generalmente se dirige a la obtención de información relacionada con los recursos invertidos en el control de plagas y su importancia económica en relación a otros gastos de producción. Por eso es importante recolectar esta información en la forma más detallada posible. Interesa particularmente la información sobre uso de plaguicidas y otras prácticas relacionadas con el control de plagas realizadas por los productores. El cuadro 2 muestra, en términos generales, la información por obtener. Se debe identificar (1) el agricultor, ubicar la parcela, determinar el tamaño y el tipo de la misma (monocultivo u otro). Luego, en el cuerpo del formulario es donde se recolecta la 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 utilizadas y el costo por unidad. También el número de aspersiones aplicadas, la capacidad y la dosis por aspersiones. Por último, en la columna (6) se registra la información de por qué aplicó el producto (preventivo o curativo) y contra cuales 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 3).
- 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.
- Determinar 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 ob-

Cuadro 2. Formulario para obtener información sobre uso de plaguicidas.

1 Nombre del agricultor: _____ Ubicación: _____ Área 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. aplicaciones	6 Por qué aplicó	Contra qué aplicó
		Familiar	Contratada	Costo							

Fecha: _____ Encuestador: _____

Cuadro 3. Formulario para cálculo de costos de producción.

Concepto	Unidad de medida	No. de unidades	Valor unitario	Sub total	Total
Costos Directos					
Semillero					
Preparación y desinfección de eras					
Siembra					
Cuidados culturales					
Preparación terreno					
Arada					
Rastro					
Surqueado					
Labores cultivo					
Transplante					
Resiembra					
Aplicación de plaguicidas					
Aporcas					
Limpias					
Tutoreo					
Cosecha					
Corte					
Selección y empaque					
Insumos					
Semilla					
Fertilizantes:					
Foliales					
Granulados					
Fungicidas					
Insecticidas					
Otros					
TOTAL COSTOS DIRECTOS					
Costos Indirectos					
Administración					
Imprevistos					
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					
COSTOS TOTALES					

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

jetividad y buen razonamiento, ya que algunos síntomas pueden ser ocasionados por diferentes causas. Por ejemplo, un marchitamiento puede deberse a sequía, exceso de agua o de sales solubles, pudrición de la raíz, nematodos, hongos en los haces vasculares, bacterias que dañan 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 polinizadores.

Agallas: insectos, ácaros, hongos, bacterias.

Amarillamientos: virus, micoplasmas, hongos.

Caída de frutos: daño de insectos, pudrición fungosa del pecíolo, producción de auxinas por agentes patógenos.

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, nemátodos, 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; ver Cuadro 4.

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 (como los de royas, mildeos, carbonos) 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 4 Características generales de campo de las enfermedades de acuerdo con sus agentes patógenos y abióticos.

CARACTERISTICAS				
CAUSAS	Hospedante	Tejidos afectados	Aparición	Distribución
Patógenos de:				
semilla	uno	follaje raíz	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
Abiótica				
Deriva o aspersión de plaguicidas	muchos	follaje	rápida	uniforme
Herbicidas del suelo	muchos	raíz follaje	rápida	uniforme tipo de suelo
Deficiencias o exceso de nutrientes	muchos	raíz follaje	rápida	uniforme tipo de suelo
Sales solubles	muchos	hojas inferiores margen foliar intervenal	lento	uniforme topográfico suelo arenoso
Sequía	muchos	raíces hojas viejas	lento	uniforme topográfico
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 donde se ubica el problema, ya que, por ejemplo, algunos síntomas del follaje obedecen a ataques en las raíces o base del tallo.
3. Si las plantas son de gran tamaño, seleccionar los órganos que caracterizan a la enfermedad, esto es, las hojas, partes de tallo, fruto, flores o raíces afectadas. Es aconsejable acompañar la muestra con plantas o partes sanas.
4. Recolectar 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. Etiquetar la muestra con la información completa que ayude a la identificación del problema (lugar, fecha, planta hospedante, nombre del colector, etc.)

Planta entera y raíces

Saque la planta o las raíces con una buena cantidad de suelo, de los primeros 20 cm, coloque en bolsas de plástico. En el caso de la planta entera, amarre a nivel de la base del tallo en forma de adobe o pilón. Manéjese el material como si fuera planta de trasplante. 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

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

Materiales carnosos

Cuando se trate de materiales tales, 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. Los granos, mazorcas o frutos secos deben ser expuestos al sol por una hora antes de ser empacados.

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

Los 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, empacándolos dentro de cajas de cartón, cuidando que éstas no se rompan. No utilice algodón para envolverlos. Las mariposas o polillas se pueden colocar dentro de un pedazo de cartulina que se dobla de tal forma que el insecto cierre sus alas para que éstas no sufran roturas.

Malezas

Las muestras de malezas 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 colectarlas 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. Las flores deben de quedar lo mejor extendidas posible, tratando que sus órganos reproductores sean visibles; las hojas, unas 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.

Otras consideraciones

En el caso de considerar otras causas del problema, como los nematodos, sales solubles o nutrimentos, 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. Un modelo de formulario a usarse se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. 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 5. 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 tomate

En el campo se presentan diferentes problemas del cultivo, desde su siembra o trasplante hasta la cosecha. El diagnóstico adecuado de los mismos es el aspecto de mayor interés para los técnicos y productores, en la elaboración de una estrategia y en la selección de las mejores alternativas para contrarrestar las plagas (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Signos y síntomas para el diagnóstico de problemas del tomate.

Síntomas	Causa
A. Afectan toda la planta	
1. Plantas jóvenes cortadas en la noche	<i>Agrotis</i> <i>Feltia</i> Grillos
2. Plantas jóvenes atacadas por larvas	<i>Heliothis</i> <i>Manduca</i> <i>Spodoptera</i>
3. Enanismo, hojas cloróticas, marchitamiento, senescencia temprana, distribución desigual en el campo.	Nematodos <i>Phyllophaga</i>
3.1 Raíces con nódulos o escasez de pelos absorbentes.	<i>Meloidogyne</i>
3.2 Raíz comida, posible presencia de larvas blancas.	<i>Phyllophaga</i>
4. No hay emergencia de plántulas o se presenta pudrición en la base del tallo y la raíz.	<i>Rhizoctonia</i> <i>Phythium</i>
5. Marchitamiento, coloración pardo oscura. Al cortarse el tallo y colocarse en agua, hay flujo de bacterias de tejidos vasculares.	<i>Pseudomonas</i>
6. Amarillamiento, marchitamiento y muerte arriba por lo general por un lado de la planta, seguido de la muerte total de la planta. Decoloración parda del tejido vascular.	<i>Fusarium</i>
7. Pudrición suave del tallo a nivel de suelo con marchitamiento.	<i>Erwinia</i>

Cuadro 6. Continuación

Síntomas	Causa
B. Tallo	
1. Galerías pequeñas y angostas cerca del pecíolo del fruto y los tejidos de las ramas jóvenes de la parte superior del follaje.	<i>Keiferia</i>
2. Grietas que forman cánceres en estados avanzados, presentando exudados amarillos en ambientes húmedos. Internamente el tallo muestra decoloración vascular parda amarilla y la médula es hueca.	<i>Clavibacter</i>
3. Pudrición a nivel del suelo, cubiertas por micelio blanco y presencia de esclorosis con color que varía de blanco a mostaza.	<i>Sclerotium</i>
4. Pudrición cerca o a nivel del suelo, en estados avanzados se estrangula el tallo.	<i>Phytophthora</i> <i>Rhizoctonia</i>
5. Necrosis con anillos concéntricos en diferentes partes del tallo y desarrollo de cáncer.	<i>Alternaria</i>
C. Hojas	
1. Galerías en líneas o en espirales.	<i>Liriomyza</i>
2. Galerías en forma de herradura.	<i>Keiferia</i>
3. Hojas en crecimiento anormal, retorcidas, encrespadas, crecimiento de fumagina. En el envés se observan colonias de insectos pequeños de color verde, amarillos y negros.	<i>Myzus</i> <i>Aphis</i>
4. Hojas amarillas, bronceadas descoloridas y casi blancas, acucharadas y deformes.	Acaros
4.1 Hojas amarillas o muy descoloridas. En el envés, arañitas color rojo o verduzco. A veces se observan telarañas.	<i>Tetranychus</i>
4.2 Hojas bronceadas, oarrugadas. Planta con apariencia polvosa o cenicienta. Muerte descendente.	<i>Aculops lycopersici</i>
4.3 Hojas acucharadas y deformes, no pierden su color. Acaros de color blanco hialino en envés de renuevos foliares. Enanismo de la planta y, en algunas ocasiones, muerte descendente.	<i>Polyphagotarsonemus</i> <i>latus</i>

Cuadro 6. Continuación

Síntomas	Causa
5. Pequeñas perforaciones redondas en la lámina, cuando son muchas, las hojas se secan; insectos de 2 mm de longitud, de color marrón oscuro a negro brillante.	<i>Epitrix</i>
6. Perforaciones irregulares en el follaje, insectos de 5-10 mm de longitud.	<i>Diabrotica</i>
7. Moscas blancas muy activas de 2 mm de longitud, con dos pares de alas blancas, ninfas y adultos chupando savia. Distorsión de hojas y clorosis seguido de necrosis y defoliación.	<i>Bemisia</i>
8. Defoliación por larvas masticadoras.	<i>Trichoplusia</i> <i>Spodoptera</i> <i>Manduca, Heliothis</i>
9. Coloración plateada del haz.	<i>Thrips</i>
10. Manchas pardas (2.5 mm) con anillos concéntricos rodeados de halo clorótico que puede llegar a ser coalescente.	<i>Alternaria</i> <i>Corynespora</i>
11. Manchas pardas o negras, inicialmente acuosas, que se extienden con un micelio blanco en el envés.	<i>Phytophthora</i>
12. Clorosis en el haz, en el envés polvo blanco cubre manchas necróticas.	<i>Oidium</i>
13. Manchas grises (1-10 mm) con halo clorótico.	<i>Stemphylium</i>
14. Manchas húmedas pequeñas e irregulares y de apariencia acuosa que, al secarse, se desgarran.	<i>Xanthomonas</i>
15. Manchas húmedas negras rodeadas de halo clorótico, sobre todo en el margen de la hoja.	<i>Pseudomonas</i>
16. Moteado amarillo, plantas achaparradas.	TMV, UMT
17. Manchas de tejido muerto de color marrón sobre hojas maduras; el follaje tardío finamente moteado y enroscado hacia abajo. Rayas de color púrpura sobre el tallo.	PVY, VYP
18. Mosaico acompañado por un poco de enanismo, presente en diferentes estados de desarrollo del tomate.	PVX, VXP
19. Presencia de amarillamientos foliares, mosaico, encrepamiento y reducción general del crecimiento.	TXMV

Cuadro 6. Continuación

Síntomas	Causa
20. Las plantas presentan enanismo, hojas con moteados y distorsiones.	TEV, VGT
21. Hojas y puntos enrollados hacia abajo; hojas nuevas de forma retorcida con ápices muy puntiagudos, tallo principal desarrolla pequeñas raíces aéreas y el tallo, algunas veces, se revienta. Frutos con "cara de gato".	2,4-D
D. Frutos	
1. Pequeñas galerías en el fruto sobre todo en etapas iniciales, larvas pequeñas, liláceas.	<i>Keiferia</i>
2. Grandes perforaciones del fruto larvas de 4 cm de longitud, de diferentes colores con bandas longitudinales blancas y puntos negros.	<i>Heliothis</i>
3. Perforaciones en el fruto, larvas verdosas de 20-30 mm; caminan como medidores.	<i>Trichoplusia</i>
4. Frutos con manchas acuosas iniciales con una pudrición. En estados avanzados el fruto queda reducido en apariencia a una bolsa con un contenido de olor desagradable.	<i>Erwinia</i>
5. Manchas en forma de "ojo de pájaro"; de color claro con el centro corchoso o rugoso de color marrón, rodeado de halo blanquecino.	<i>Clavibacter</i>
6. Frutos verdes con lunares acuosos, levantados en la superficie, de color marrón claro a pardo oscuro, de aspecto roñoso y áspero. La lesión mide de 4-8 mm y penetra muy profundo en la pulpa de la fruta.	<i>Xanthomonas</i>
7. Gran cantidad de manchas de menos de 1 mm; ligeramente hundidas en el centro y con un halo verdoso, algo levantadas de color marrón oscuro que cubren densamente la superficie de la fruta.	<i>Pseudomonas</i>
8. Manchas acuosas sobre el fruto que se agrandan rápidamente cubriendo más de la mitad de la superficie del fruto, la mancha tiene color café y su superficie queda arrugada y firme.	<i>Phytophthora</i>

Cuadro 6. Continuación

Síntomas	Causa
9. Mancha necrótica en círculos concéntricos, cerca del pedúnculo, de color oscuro, con tejido seco.	<i>Alternaria</i>
10. Manchas acuosas de 2-3 cm, crecimiento miceliar grisáceo en la superficie. Por lo general causa la pudrición total del fruto.	<i>Botrytis</i>
11. Manchas circulares, acuosas de 1-2 cm, con líneas concéntricas; el centro de las manchas es marrón oscuro con puntos más oscuros y, en tiempo muy húmedo, adquieren un color rosado salmón.	<i>Colletotrichum</i>
12. Podredumbre causada por hongos a partir de lesiones mecánicas, rajaduras por madurez, manchas debido a otras enfermedades o a cualquier otra lesión de la epidermis. Generalmente son podredumbres causadas por bacterias introducidas al fruto por insectos.	<i>Fusarium</i> <i>Cladosporium</i> <i>Rhizopus</i> <i>Botrytis</i>
13. Manchas húmedas, opacas, en la superficie de fruto verde; podredumbre blanda en el interior del fruto, epidermis permanece intacta; frutos podridos cuelgan como bolsas llenas de agua.	<i>Erwinia</i>
14. Tejido contraído en la parte basal de los frutos; de color negro; hundido, presentando una mancha de aspecto coriáceo. Algunas veces cubre la mitad inferior de la fruta.	Pudrición pistilar
15. Grandes manchas de color amarillo o blanco, en las partes del fruto expuestas directamente al sol. Las manchas de aspecto pergaminoso, arrugado.	Quemadura de sol
16. Crecimiento anormal del pistilo y caída de la estructura floral, escasa formación de fruto.	Factores ambientales
17. Rajadura de la fruta cerca del peciolo, extendiéndose radial o longitudinalmente. Las rajaduras generalmente cicatrizan.	Rajaduras
18. Frutas deformadas con protuberancias abultadas en la base, tejidos semejantes a cicatrices entre protuberancias. (Cara de gato)	Factores ambientales, 2, 4-D

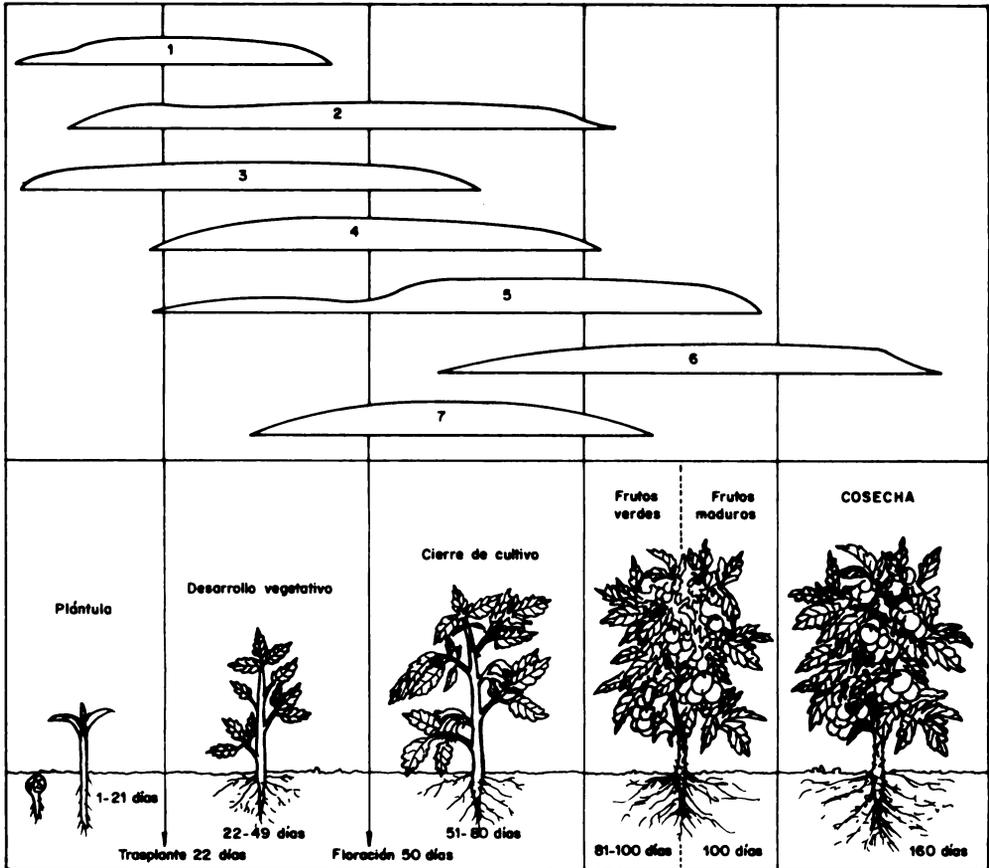
3.4 Fenología del tomate e incidencia de plagas

El conocimiento de la fenología del cultivo es muy importante para el manejo integrado de plagas, ya que la susceptibilidad del cultivo al daño por plagas varía de acuerdo con su estado de desarrollo. A su vez, la incidencia de las plagas es función de los factores ambientales y de la condición del cultivo. En las Figuras 12 y 13 se presentan las principales plagas del tomate en la región, con relación al estado fenológico del cultivo. El conocimiento de la presencia de las plagas, de acuerdo con el estado de desarrollo del tomate, puede servir al técnico o al agricultor para concentrar sus esfuerzos de detección, monitoreo y control. Se podrá, entonces, evaluar con mayor propiedad la importancia del ataque de una plaga en particular, y las posibles medidas de manejo, conociendo: a) la variedad del cultivo, b) la población de la plaga y c) sus umbrales de acción en función de la etapa del desarrollo del tomate.

Durante la etapa de plántula, cualquier daño al follaje o a las raicillas puede ser crítico para su supervivencia. El agricultor debe estar conciente de la presencia de malezas, plagas invertebradas (cortadores, ácaros, áfidos, mosca blanca) y patógenos (*Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* spp.).

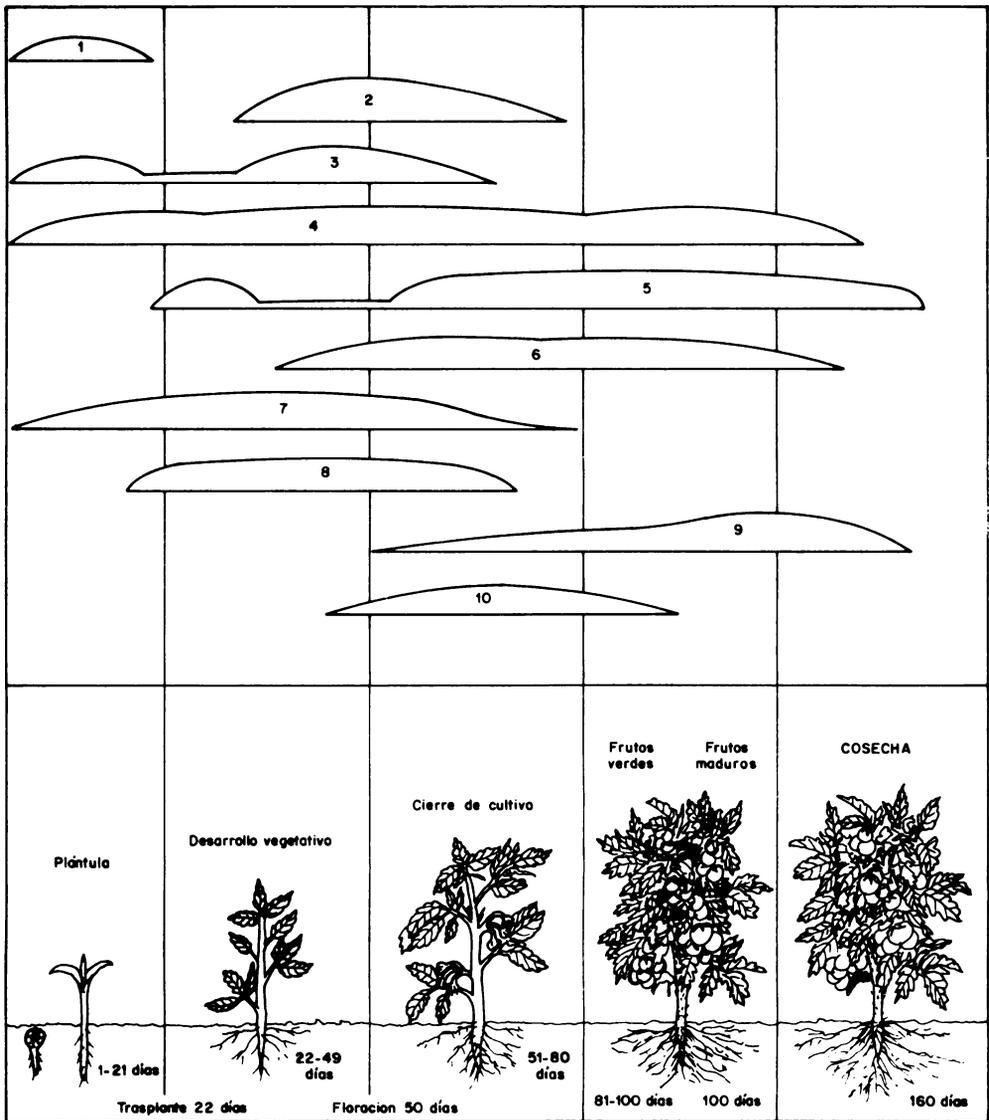
Durante el desarrollo vegetativo, la mayor parte de la energía de la planta se dirige a formar el follaje. El daño por otras plagas al área foliar en este período no es tan crítico, ya que la siembra tiene tolerancia a la pérdida de follaje y una gran capacidad de recuperación para regenerar el tejido fotosintético perdido. Durante la etapa de desarrollo vegetativo predominan las plagas invertebradas que atacan directamente el follaje del tomate, tales como el gusano cortador (*Spodoptera* spp.), los minadores (*Liriomyza* spp.), ácaros (*P. latus*) y los insectos transmisores de enfermedades, tales como los áfidos y la mosca blanca (*Bemisia* sp.). Asimismo, los nematodos comienzan a invadir el sistema radical según las condiciones ambientales, enfermedades como las virosis, marchitez y tizones, estarán presentes con importancia variable. Si durante la fase vegetativa temprana, se permite que las malezas compitan libremente con el cultivo la reducción en el desarrollo del tomate puede ser irreversible y afectar su potencial de producción.

La etapa reproductiva trae consigo otras plagas primarias, tales como *Heliothis* spp. y mantiene la importancia de otras, como *Keiferia* sp. y *Spodoptera* spp. La incidencia de virosis y los nematodos en la etapa vegetativa se refleja durante la etapa reproductiva, en la que puede causar pérdidas significativas de producción. Las malezas, compitiendo por nutrimento al inicio de la floración y formación de frutos, pueden causar reducciones importantes en la producción. Las variedades de tomate de hábito determinado, al tener una fructificación muy extendida, ofrecen mejores condiciones para el desarrollo de varias generaciones del gusano enrollador, así como un abundante sustrato para el desarrollo de altas poblaciones del gusano del fruto. Por otro lado, las variedades de tomate de hábito determinado, al concentrar la maduración de los frutos en un período muy corto, favorecen el desarrollo de ciertos patógenos que crecen preferiblemente sobre los frutos maduros en el campo.



- | | | | |
|--|--|---|--|
| 1 Cortadores
(<i>Agrotis, Feltria</i>) | 3 Chupadores
(<i>Afidos, Mosca blanca</i>) | 5 Gusano alfiler
(<i>Keiferia sp</i>) | 7 Larvas masticadoras
(<i>Manduca sexta, Trichoplusia ni</i>) |
| 2 Vaquitas
(<i>Diabrotica, Epitrix</i>) | 4 Minadores (<i>Liriomyza spp</i>)
<i>Aceros (P. latus)</i> | 6 Gusano de fruto
(<i>Heliothis sp, Spodoptera sp</i>) | |

Figura 12. Plagas insectiles que afectan al cultivo del tomate en sus diferentes etapas fenológicas.



- | | | | |
|--|--|--|---|
| 1 Mal del Tallo (Pythium, Rhizoctonia, Fusarium) | 4 Tizón Tardío (Phytophthora infestans) | 7 Virosis (TMV, XPV, YPV) | 10 Pudrición piñtilar Terminal del fruto. |
| 2 Marchitez (Fusarium, Verticillium, Pseudomonas) | 5 Tizón Temprano (Alternaria solani) | 8 Nematodos (Meloidogyne) | |
| 3 Foliares-bacteriales (Clavibacter, Pseudomonas, Xanthomonas) | 6 Foliares-fungosas (Fulvia, Corynespora, Stemphylium) | 9 Enfermedades de fruto (Phytophthora, Alternaria, Fusarium, Collectotrichum, Erwinia) | |

Figura 13. Patógenos que afectan el cultivo del tomate en sus diferentes etapas fenológicas.

4. PLAGAS DEL CULTIVO

4.1 Prevención y manejo de plagas

El término "plaga" se utiliza en esta guía en forma genérica para referirnos a todo organismo competidor o antagonico 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 el desarrollo de la planta y su producción. Se consideran plagas secundarias, las que aunque se encuentren presentes no siempre afectan al cultivo, salvo en ciertas áreas específicas, en las que algunos factores agroclimáticos son favorables a la plaga y desfavorables al cultivo. Información adicional específica sobre cada plaga mencionada o no en esta guía, se puede encontrar en la bibliografía selecta.

El combate efectivo de una plaga empieza al tomar la decisión de sembrar un cultivo en una determinada zona. Se deben conocer las características biológicas del cultivo escogido y los factores bióticos que pueden afectar su desarrollo normal. Para obtener una cosecha abundante y de buena calidad es necesario adoptar todos los medios posibles de prevención, sin esperar a que sean requeridos los tratamientos curativos.

En el cultivo del tomate la acción de las plagas se puede minimizar si se utilizan prácticas agronómicas tales como: selección del campo, rotación de cultivos, uso de cultivares resistentes, fertilización, riego y manipulación del semillero. Las siguientes son las prácticas agronómicas más recomendables, para Centroamérica, que en conjunto ayudan a prevenir, o a reducir, el ataque de las plagas.

Uso de variedades resistentes

Esta es la práctica más efectiva y menos costosa en el control de plagas. Desde el punto de vista económico, es el único medio aceptable contra ciertos organismos que viven en el suelo, como *Fusarium* sp. *Verticilium* sp. y otros. Sin embargo, ninguna variedad es resistente a todas las plagas a la vez. Los Cuadros 7 y 8 describen ciertos cultivares con sus características de resistencia.

El CATIE ha probado, desde 1985, materiales promisorios para el área centroamericana. De 350 materiales evaluados en diferentes condiciones ecológicas, se han seleccionado 32, (Cuadro 9). Estos materiales están a la disposición de cualquier institución, en la sede central del Proyecto MIP/CATIE.

Cuadro 7. Principales cultivares de tomate de mesa utilizados en Centroamérica.

Cultivar	Tipo semilla	Peso promedio fruto (g) y forma	Hábito de crecimiento	Tamaño planta	Resistencia a enfermedades	Países en donde se siembra
Duke	Hy	170-R	Determinado	Mediana	V, F1 y 2, ASC, ST	C.R.
Floramérica	Hy	160-R	Determinado	Mediana	V, F1 y 2, ASC, ST	C.R.
Tropic	P.A.	200-0	Indeterminado	Grande	V, F1 ST, ASC	C.R., Hond, E.S. Guat.
Walter	P.A.	180-0	Determinado	Mediana	F1 y 2, ASC, ST	CR, Guat., Hond.
Santa Cruz Kada	P.A.	100-C	Indeterminado	Grande	ASC, ST, PS	E.S., Hond.
Santa Cruz Angela	P.A.	110-C	Indeterminado	Grande	ASC, ST, PS	E.S., Hond.
Hayslip	P.A.	150-00	Determinado	Mediana	V, F1 y 2, ASC, ST	C.R.
Marialucie	P.A.	220-R	Indeterminado	Grande	F1, ASC, ST	C.R., Pan.
Floradel	P.A.	180-R	Indeterminado	Grande	F1, ASC	C.R., Hon.
Heinz 1870	P.A.	150-R	Determinado	Pequeña	F1 y 2 V, PS	CR
Dina	P.A.	160-R	Indeterminado	Grande	F1 y 2 V, PS	Pan.
Hope 1	Hy	130-0	Determinado	Mediana	F1 y 2	E.S.

Hy = híbrida

PA = polinización abierta

R = redonda (O)

C = cuadrada

O = oblonga

V = *Verticillium*F = *Fusarium* (razas F1 y F2)ASC = Cáncer del tallo causado por *Alternaria*ST = *Stemphyllium*PS = *Pseudomonas solanacearum*

Cuadro 8. Principales cultivares de industria utilizados en Centroamérica.

Cultivar	Tipo semilla	Peso promedio fruto (g) y forma	% sólidos solubles	Hábito crecimiento	Tamaño planta	Resistencia a enfermedades	Países en donde se siembra
UC-82	P.A.	56 - C	4.4-5.4	Compacto	Mediana	V, F1	Hond., E.S., Guat.
Roma	P.A.	54 - P	4.9-5.6	Determinado	Mediana	V, F1, ASC,	Hond., E.S., Guat.
Nápoli	P.A.	56 - P	5.0-5.6	Determinado	Mediana	V, F1, ASC	Hond., E.S., Guat.
Río Grande	P.A.	90 - C	5.2-5.9	Determinado	Grande	V, F1 y 2, ASC	Hond., E.S., Guat.
Zenith	P.A.	79 - P	5.4-6.2	Determinado	Mediana	V, F1 y 2, ASC ST, BSP	C.R.
Dina	P.A.	16.0 - R	5.1-5.7	Indeterminado	Grande	V, F1 y 2, PS	Pan.
Capitán	Hy	99-0	5.4-6.2	Determinado	Mediana	F1, ST	C.R.
VF-145-13	P.A.	100-P	-	Determinado	Mediana	V, F1 y 2	Guat.

P.A. = Polinización abierta

Hy = Híbrido

C = Cuadrado

P = Pera

R = Redondo

V = *Verticillium*F = *Fusarium* (Razas F1 y F2)ASC = Cáncer del tallo, *Alternaria*ST = *Stemphyllium*PS = *Pseudomonas solanacearum*

BSP = Mancha bacterial

Cuadro 9. Selección de líneas de tomate por resistencia o tolerancia a patógenos de importancia primaria en Centroamérica.

Línea	Origen	Uso*	Tamaño Planta	Tipo Fruto	Resistencia**
115-1	Panamá	IM	Enana	Redondo	Ps V (tol)
115-9	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps Phyl (tol)
115-15	Panamá	I	Enana	Redondo	Ps
116-E	Panamá	I	Enana	Pera	Ps
116-4	Panamá	I	Enana	Cirucla	Ps AI (tol)
116-5	Panamá	I	Enana	Cirucla	Ps AI (tol)
116-8	Panamá	I	Enana	Redondo	Ps
116-4	Panamá	I	Enana	Redondo	Ps AI (tol)
116-14	Panamá	I	Enana	Redondo	Ps AI (tol)
116-15	Panamá	I	Enana	Redondo	Ps AI (tol)
117-21	Panamá	IM	Intermedio	Redondo	Ps V (tol)
117-23	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps V (tol)
CH-1	Taiwán	M	Grande	Redondo	Ps
CH-2	Taiwán	M	Grande	Redondo	Ps
14667	Costa Rica	M	Intermedio	Redondo	Ps, A, Phyl
Dina	Panamá	IM	Grande	Redondo	Ps (tol)
Dina sel.	Panamá	M	Grande	Redondo	Ps
Guayabo					
40-4	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps
31 Duro	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps
V-24-4	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps
41E 3-1	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps
40E-2-2	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps
40E-1	Panamá	I	Intermedio	Redondo	Ps
119	Panamá	IM	Intermedio	Redondo	Ps
79	Panamá	IM	Intermedio	Redondo	Ps
Catalina-87	Costa Rica	M	Enana	Redondo	Ps (tol)
CR-3	USA	M	Intermedio	Redondo	Ps (tol)
CR-5	USA	M	Intermedio	Redondo	Ps (tol)
FA-78	Israel	M	Grande	Redondo	Ps (tol), V (tol)
Tropigrama 11	Costa Rica	M	Grande	Redondo	Ps (tol), V (tol)
Tropigrama 3	Costa Rica	M	Grande	Redondo	Ps (tol), A (tol)
Tropigrama 5	Costa Rica	M	Grande	Redondo	Ps (tol)
Tropigrama 15	Costa Rica	M	Grande	Redondo	Ps (tol)
Tropigrama 100	Costa Rica	M	Enano	Redondo	Ps (tol)

*I = industria; M = mesa

** = Ps = *Pseudomonas solanacearum*; AI = *Alternaria solani*; V = complejo viral; tol = tolerante

Uso de semilla seleccionada o certificada

La semilla transmite bacterias, hongos y virus que causan enfermedades en el tomate; algunos de ellos penetran en la semilla a través de las paredes y son llevados dentro de la misma a los campos. La mejor protección contra las enfermedades transmitidas en el interior de la semilla es la utilización de materiales seleccionados o certificados.

Selección del campo y rotación de cultivos

Un campo adecuado para tomate debe de tener una profundidad de suelo mayor a 0.60 m; si es posible, los suelos deben ser limosos, areno-limosos o arcillo-arenosos, con un pH entre 5.5 y 6.8. Si el suelo escogido es muy arcilloso deben tomarse medidas precisas en los sistemas de drenaje.

Se recomienda no cultivar tomate donde anteriormente se haya sembrado alguna solanácea. Es aconsejable que entre cultivos de solanáceas se hagan al menos, dos rotaciones con otros cultivos, principalmente gramíneas o leguminosas.

Preparación del suelo

La labranza debe ser lo más completa posible para lograr un suelo bien mullido y nivelado; en algunas ocasiones esto no se puede realizar por la pendiente de los suelos (mayores al 5%) y por el asocio con cultivos perennes tales como café y caña que es muy frecuente en Costa Rica.

Para una labranza óptima, el arado debe tener una profundidad de 0.30 m; si el campo presenta vegetación alta, antes de arar hay que chapear o aplicar algún herbicida quemante. Después se debe rastrear una o dos veces para desmenuzar los terrones. La rastreada se debe hacer en dirección cruzada con respecto a la dirección de la arada. Una alternativa es usar el rotavator en lugar de la rastra, cuando se trata de la preparación de tierras para siembra directa.

Métodos de siembra

Las plantaciones en Centroamérica se establecen por dos sistemas: siembra directa y trasplante. Costa Rica es el único país en donde está generalizada la siembra directa, con más del 60% del tomate que se cultiva; en los otros países el trasplante es el método más comúnmente utilizado.

La siembra directa permite reducir el ciclo del cultivo en 22-30 días; también hay una disminución en la incidencia de enfermedades puesto que la planta no sufre los traumatismos que provoca el trasplante. Sin embargo, este sistema requiere el combate de malezas en las primeras semanas del cultivo. El tallo de las plántulas se quema en lugares con altas temperaturas de la capa superficial del suelo, por lo cual este sistema no resulta viable en tales condiciones. Por último, el sistema requiere una cantidad elevada de semilla. Se debe emplear de 1-1.5 kg/ha de semilla en relación con los 200-300 g que son necesarios en la siembra por trasplante.

Semilleros o almácigos

El método por trasplante exige la preparación de áreas de terreno con condiciones óptimas para la germinación y desarrollo de las plántulas.

El uso de almácigos permite tener un mejor control de las condiciones ambientales como humedad y temperatura, así como la prevención y manejo de plagas, también facilita la selección de matas sanas y uniformes.

Es aconsejable que el almácigo se ubique en un terreno diferente al de la plantación definitiva; son ideales los terrenos planos con buen drenaje, libres de piedra y con bajo contenido de arcilla. Deben tener una fuente de agua cercana y estar protegidos de vientos fuertes.

El almácigo se prepara en camas de 10-15 m de largo por 1.0 m de ancho y 20 cm de altura. Estas camas son, por lo general, mezclas de tierra franca (50%), arena (30%) y materia orgánica (20%). Se recomienda desinfectar la cama con algún biocida (bromuro de metilo, dazomet, vapor) y aplicar un fertilizante completo antes de la desinfección.

Las plantas se desarrollan muy bien si se siembran a 1.5 cm entre líneas de siembra y a 1 cm entre plantas. Para el trasplante de una hectárea son suficientes 40 m² de almácigo. La profundidad de siembra no debe exceder 1 cm. La semilla germina a los 6-7 días y a los 22-30 días después de la siembra, las plantitas alcanzan una altura de 12 cm, con un tallo de 6-7 mm de espesor y entre 4 y 6 hojas verdaderas.

En lugares o épocas de alta radiación solar el semillero requiere sombra para evitar que las plantas recién germinadas se quemen. Por otra parte, en zonas con alta incidencia de virosis, se podría proteger el semillero con mallas para evitar la diseminación de virus por insectos vectores. Se recomiendan también las barreras de plantas trampa (maíz, sorgo, frijol) alrededor del almácigo.

El suelo del semillero debe mantenerse a capacidad de campo, mediante riegos diarios a mañana y tarde, para evitar que las capas superiores se resequen demasiado, ya que las plántulas se desarrollan muy superficialmente.

A veces las aplicaciones de plaguicidas serán necesarias para evitar ataques de insectos plaga y enfermedades, como el mal del talluelo, tizón tardío y temprano.

Trasplante

El traslado definitivo de las plantas al campo, debe realizarse en forma simultánea, en las horas frescas de la tarde. Las plantitas se arrancan con unas cuantas horas de anticipación a su traslado; el suelo del semillero debe estar bastante húmedo para que las raíces de las plántulas no se resientan al hacer el arranque. En algunas regiones de Centroamérica ha dado buenos resultados asperjar las plantas antes del trasplante, con una solución azucarada (10%), para aumentar el potencial osmótico de la plántula. Asimismo, se recomienda la desinfección de las manos con una solución de cloro como prevención a la transmisión del virus del mosaico del tabaco.

Al efectuar el trasplante, se debe asegurar que el agua y los fertilizantes hagan contacto con la zona radical de las plántulas, para asegurar su sobrevivencia, su recuperación y su crecimiento rápido. Se debe regar el terreno antes del trasplante y se puede aplicar fertilizantes solubles en agua al momento del trasplante si se cuenta con el equipo adecuado.

Deben hacerse agujeros para acomodar la raíz en forma recta y sin cámaras de aire. Cuando las raíces quedan dobladas hacia arriba, se le dificulta la asimilación de nutrientes y el desarrollo de la planta es débil.

En esta etapa deben tomarse medidas en especial contra la acción de los nemátodos, insectos, bacterias y hongos que podrían destruir la plantación en escasos días.

Distancia de siembra

La densidad óptima de plantas es aquella que permite obtener un rendimiento máximo y una madurez uniforme. Para lograrla se debe tener en cuenta el cultivar seleccionado a fin de calibrar la competencia entre las plantas con la densidad escogida.

El tomate industrial en Centroamérica se siembra por trasplante, casi en su totalidad y se utilizan dos sistemas: en línea simple y en doble línea. En el primero la distancia entre surcos es de 0.80-1.50 m y entre plantas de 25-35cm, colocándose una sola planta por postura. En el de doble línea se hacen eras de 90 cm, sembrándose una cama en hileras doble a 30 cm entre matas, y la otra queda como surco muerto. En las dos fertilizaciones posteriores a la siembra, la tierra de la cama muerta tapa el fertilizante, quedando la cama finalmente de 1.80 m de ancho.

Sanidad

En el campo de cultivo se deben arrancar y destruir las plantas enfermas de "mosaico del tabaco" u otra enfermedad viral al aparecer los primeros síntomas. Deben lavarse bien las manos después de tocar plantas enfermas de virus, para evitar la transmisión a plantas sanas. No se debe fumar en el campo sembrado de tomate, ya que el virus del "mosaico del tabaco" puede ser transmitido por medio del cigarro.

Los residuos deben destruirse después de la cosecha, ya sea por medio de aradura o quema de desechos.

Uso de tutores

Para producir tomate de mesa de buena calidad hay que utilizar barbacoa o espaldera (tutores), para lo cual generalmente se usan postes de bambú o de madera de 2 m de alto. La espaldera debe de estar terminada a los 30 días de la siembra o del trasplante.

Existen dos métodos de amarrado: colgando o prensando la planta. El primero es utilizado con mucha frecuencia en Costa Rica. La planta se cuelga por medio de hilos de sacos de abono a una hilera de alambre galvanizado calibre 16 ubicado a 80 cm de altura. La amarra alrededor del tallo debe de ser floja para evitar el estrangulamiento. El número de hileras de alambre y la labor de amarre depende del crecimiento de la planta; en cultivares de crecimiento indeterminado se necesitan 2 a 3 hileras; en los de crecimiento determinado, una hilera es suficiente.

En el método de prensado, usado con frecuencia en El Salvador y Honduras, las plantas son prensadas por dos hileras de cuerda. La primera hilera de amarre debe colocarse lo antes posible para evitar que la rama o tallo principal se doble. La distancia entre líneas sucesivas de amarre debe ser de 20 cm para impedir que las ramas laterales escapen a su soporte.

Poda de la planta

Esta es una práctica común en cultivares de mesa de crecimiento indeterminado y sirve para eliminar tejido vegetativo, mejorar la penetración de los plaguicidas y aumentar el tama-

ño de los frutos. Puede convertirse en un medio de transmisión de enfermedades si no se hace con las debidas precauciones.

Se seleccionan los dos o tres mejores tallos de cada planta y se corta el resto. También se eliminan las hojas que están en contacto con el suelo. Esta labor se hace varias veces hasta que la planta, con suficientes frutos en desarrollo, detenga parcialmente el crecimiento vegetativo. En la práctica, lo ideal es un promedio de 25-30 frutos por planta. Al efectuar la poda es recomendable desinfectar las herramientas con formalina o con una solución cúprica.

Fertilización

Este es uno de los factores controlables del cultivo de tomate que más influye en el rendimiento por unidad de superficie sembrada. Por lo general, en Centroamérica se sobrefertiliza, mediante aplicación de grandes cantidades de macronutrientes (N, P, K) tanto en el suelo como en el follaje. Según estudios realizados en Costa Rica, el costo de fertilizante representa el 13-15% de los costos totales de la producción de tomate.

Una fertilización eficiente es aquella que, en base a los requerimientos nutricionales de la planta y el estado nutricional del suelo, proporciona los nutrientes en las cantidades y épocas críticas para el cultivo.

Diferentes experimentos realizados en Centroamérica indican que comienzan a presentarse los problemas nutricionales, cuando los rendimientos bajan entre 5 y 7 ton/ha. Estos rendimientos muestran la baja fertilidad de los suelos tomateros de la región, si se comparan con los de las zonas templadas. En América Central los elementos críticos son P, Ca, Mg, Zn, B y el N, que es el elemento faltante en cualquier suelo agrícola. Una buena fertilización no implica solamente aplicar el elemento faltante, sino también mantener un balance adecuado entre los elementos, tanto en el suelo como en el follaje.

El fósforo y el nitrógeno son los elementos en los cuales ocurre mayor respuesta de la planta en condiciones centroamericanas. En la mayoría de los suelos los niveles de fósforo son insuficientes para suplir las necesidades del cultivo del tomate; en suelos altamente deficientes (menos de 10 ppm), la fertilización debe oscilar entre 400-600 kg de P_2O_5 /ha; en suelos de nivel intermedio se necesita aplicar 200-400 kg, debido a que existe la posibilidad de que el P no esté disponible para la planta en los puntos críticos de absorción.

Debido a que el nitrógeno es un elemento de fácil lixiviación o volatilización en el suelo, siempre debe aplicarse pues la planta lo absorbe en grandes cantidades. La dosis de nitrógeno por aplicar depende de las condiciones ambientales, del cultivar y de las prácticas culturales utilizadas. Para Centroamérica la cantidad necesaria de este elemento oscila entre 200-400 kg/ha.

En lo referente al potasio, la mayoría de los suelos centroamericanos presentan buenos niveles de fertilidad, de acuerdo con los trabajos realizados en tomate, en que se ha encontrado respuesta a este elemento. Por lo general el agricultor lo aplica debido a que se incluye en los fertilizantes compuestos disponibles en la región. Es deseable aplicar las cantidades de potasio que son extraídas por la cosecha para mantener la condición de buena fertilidad del suelo. Cuando existen niveles inferiores a 0.2 meq/100 g se recomienda aplicar 300 kg K_2O /ha, fraccionándose en 2/3 a la siembra y 1/3 a la floración. En suelos con fertilidad intermedia y alta, son suficientes 200 y 150 kg K_2O /ha, respectivamente. (Cuadro 10)

Cuadro 10. Tipo de fraccionamiento de la fertilización recomendada según época (dado en % de la dosis de fertilizante).

Elemento	Epoca de aplicación			Método de fertilización
	Trasplante siembra*	Inicio floración**	Frutos verdes**	
Nitrógeno	33%	33%	33%	bandas
Fósforo	75%	25%	-	bandas
Potasio	25%	50%	25%	bandas
Calcio	100%	0%	0%	incorporado
Magnesio	100%	0%	0%	incorporado

(*) Fertilizante en el fondo del surco o en bandas, de tal forma que el elemento quede cubierto y al lado de la planta.

(**) Aconsejable aporcar la planta después de la fertilización

Análisis foliar

El análisis foliar es útil para determinar las causas de crecimiento retardado o de enfermedades abióticas que se observan en el campo. Es necesario que las plantas evaluadas estén al menos en floración, aunque la etapa más usada es el estado de formación de frutos (diámetro de 1-3 cm). Si el análisis se hace en etapas iniciales de crecimiento (inicio de la floración) es posible corregir deficiencias mediante aspersiones foliares. Por otra parte, el análisis foliar ayuda a planificar programas de fertilización para cultivos posteriores (Cuadro 11).

Epoca y forma de aplicación

Los períodos de aplicación están en función de los puntos críticos de absorción de los elementos. La planta va absorbiendo dosis crecientes de todos los elementos hasta los 110 días, en que se estabiliza la absorción excepto para el Ca y P, que son absorbidos constantemente por la planta en la etapa inicial de senescencia.

Con base en este patrón de absorción y en las características propias de los elementos, se presenta el Cuadro 12 para describir la forma más aconsejable de aplicar los fertilizantes. Después de aplicado el fertilizante, hay que cubrirlo mediante aporcas para evitar una pérdida por lixiviación superficial o evaporación. No es recomendable la fertilización en un sólo lugar (usando macanas) ya que produce altas concentraciones de fertilizante en un solo punto de la raíz, lo cual obstaculiza la absorción del elemento por su mismo gradiente de concentración, resultando en plantas débiles y altamente susceptibles a enfermedades.

Cuadro 11. Niveles óptimos de nutrientes (en el pecíolo) para diferentes cultivares de tomate*

Elemento	Cultivar					
	Tropic	UC-82	Walter	Dina	Hayslip	Santa Cruz
Fósforo (%)	0.4	0.3	0.6	0.6	0.7	0.5
Potasio (%)	6	4	5	3	3	4
Magnesio (%)	0.5	0.4	0.8	0.5	0.4	0.6
Calcio (%)	1.3	1.2	1.4	2.0	1.4	1.6
Nitrógeno (%)	4	3	4	6	6	5
Boro (ppm)	50					
Manganeso (ppm)	30	60				
Zinc (ppm)	50					
Hierro (ppm)	150					

(*)Estado de frutos: verdes (1-3 cm de diámetro)

Riego

La irrigación es deseable para el tomate, aun durante el invierno, ahí donde la distribución de lluvia es errática. Por otra parte, durante el verano la producción de tomate está en función de la disponibilidad de agua complementaria, y en las zonas áridas depende totalmente del riego artificial.

El manejo de agua debe realizarse en forma cuidadosa, pues tanto la falta como el exceso repercuten en la calidad y producción del fruto. Se ha determinado una alta correlación entre sequías prolongadas y rajaduras de frutos; por otra parte, el exceso de agua favorece el desarrollo de enfermedades de la raíz, lo cual ocasiona bajos rendimientos.

El cultivo es especialmente sensible al déficit de agua en el momento del trasplante y durante la floración y formación de cosecha. La escasez hídrica durante el período de floración promueve la caída de la flor. Un déficit de agua prolongado durante el período de formación de cosecha, interrumpido por un riego abundante, producen el agrietamiento de los frutos. Cuando existe el problema de la pudrición de frutos, debe evitarse el riego frecuente por aspersión durante el período de formación de cosecha.

La falta de humedad se asocia con la enfermedad fisiológica en el fruto conocida como "pudrición apical negra". El mayor porcentaje de frutos afectados se presenta cuando el déficit de agua ocurre después del período de máxima floración.

Los sistemas de riego utilizados en Centroamérica son por gravedad, aspersión y goteo. El de gravedad es el más común en toda el área. El de aspersión y goteo son usados con menor frecuencia, especialmente en áreas de topografía accidentada o en invernaderos. En el cuadro 13 se comparan dos métodos.

Cuadro 12. Sistemas de fertilización recomendados en Centroamérica, según zona para rendimientos superiores a 25 ton/ha.

País Zona	Tipo tomate	Cantidad N-P-K/ha (kg)	Fuente Bibliográfica
Costa Rica			
Tacares	mesa	300-600-0	Garita, 1989
Garita	"	300-500-0	Hernández, 1980
Alajuela	"	300-600-0	Medina, 1987
Turrialba	"	200-400-0	Jiménez, 1988
Turrialba	industria	200-300-0	Alas, 1989
Alajuela	"	200-400-0	Ramírez, 1986
Panamá			
Los Santos	"	200-200-50	De León, 1983
Honduras			
Comayagua	"	250-200-0	Montes, 1983
El Salvador			
Zapotitán	"	150-50-0	Gil, 1988
San Miguel	"	100-300-0	Ventura, 1979
Guatemala			
Zacapa	"	200-200-100	Guatemala, 1986
San Gerónimo	"	150-75-75	Cajas, 1989

Cuadro 13. Comparación de dos métodos de irrigación más usados en Centroamérica.

Características	Metodos de Irrigación	
	Aspersión	Gravedad
Procedimiento	Agua aplicada como lluvia	superficie parcialmente mojada
Topografía	No hay restricción	declive 1-3%
Suelos	No hay restricción	no usado en suelos arenosos
Peligro erosión	Mínima	presente
Costo	elevado	bajo
Eficiencia riego	elevada	baja
Uso de mano de obra	variable	elevada
Forma de ejecución	fácil	en función topográfica
Adaptación en prácticas culturales	alta	sólo en hileras
Incidencia enfermedades	alta	baja
Uso de buen drenaje	no necesario	necesario
Limitaciones	costo	educación y organización necesaria

4.2 Plagas Invertebradas

Insectos

El tomate es una planta que tolera mucha defoliación durante la etapa de crecimiento vegetativo sin afectar el rendimiento. Se ha demostrado que una defoliación de entre 25% y 50%, antes de plena floración, no reduce el rendimiento final. Esto concuerda con el conocimiento popular de que la poda del tomate, en variedades de crecimiento indeterminado, aumenta su rendimiento.

Este alto grado de tolerancia, y el hecho de que varias plagas del tomate son secundarias,

provocadas por el uso excesivo de insecticida, indica que es esencial minimizar el uso de productos de espectro amplio durante la etapa en la cual el cultivo es tolerante. La reducción y/o eliminación del uso de insecticidas durante la etapa vegetativa hasta antes de plena floración, ayuda a preservar los enemigos naturales de las plagas que atacarán posteriormente, lo cual reducirá los problemas que se podrían presentar durante la floración y la fructificación.

A continuación se describen las plagas principales, su ecología y comportamiento, así como las alternativas disponibles para su manejo en el contexto del MIP.

***Heliothis zea* (Boddie) y *H. virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae), gusanos del fruto (Fig. 14).**

Estas dos especies dañan al tomate en Centroamérica, en poblaciones mixtas, donde generalmente predomina *H. zea*.

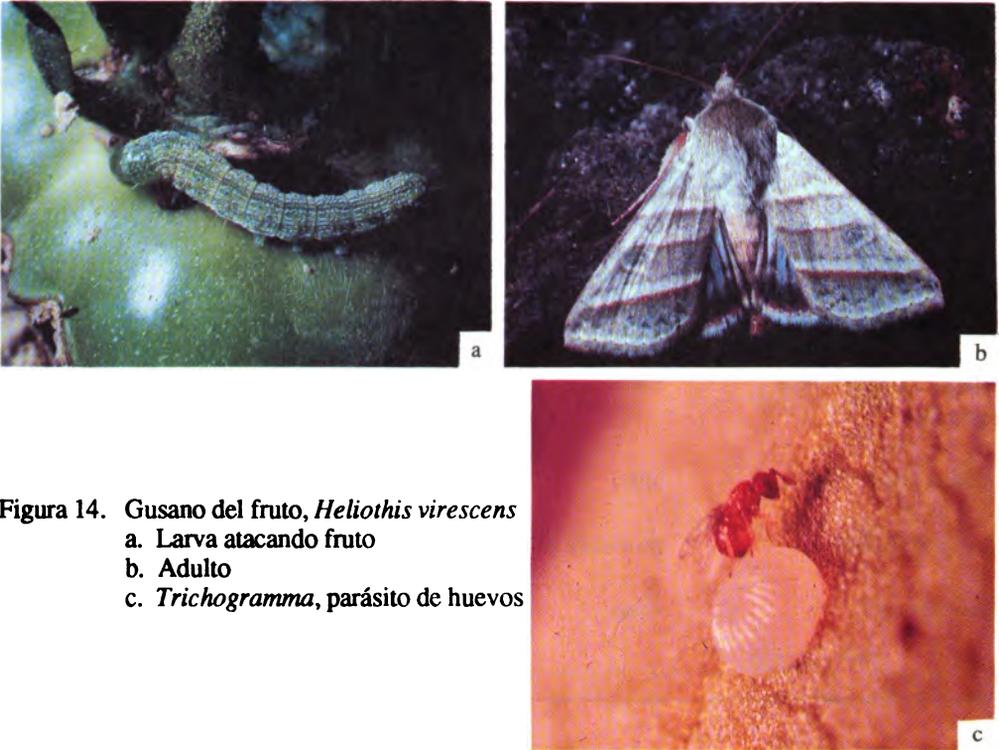


Figura 14. Gusano del fruto, *Heliothis virescens*
 a. Larva atacando fruto
 b. Adulto
 c. *Trichogramma*, parásito de huevos

Descripción

Huevos: Los huevos son depositados individualmente, tienen un diámetro de menos de 1 mm, son blancos al principio y muestran un anillo rojo oscuro o marrón a partir de las 24 horas. Se caracterizan por su forma esférica y por tener estrías que van desde la base hasta el ápice. Pueden ser confundidos con los del falso gusano medidor, *Trichoplusia*, pero éstos son más aplanados y tienen estrías más finas. Los adultos son atraídos por las flores y frutos y, como consecuencia, los huevos se encuentran generalmente en las hojas terminales más cercanas a las flores e inmediatamente debajo de ellas. Los huevos tardan entre 2 y 5 días en eclosionar.

Larvas: Las larvas de *Heliothis* se distinguen de otros géneros (tales como *Spodoptera*) por sus filas de espinas o setas en el dorso y por tener también numerosas setas mucho más pequeñas que cubren la piel. Esto es de gran ayuda en su identificación, dado que el color varía, desde verde o amarillo hasta rojo, marrón o negro, aunque usualmente se presentan rayas. El estado larval tiene una duración de entre 14 y 28 días, según las condiciones ambientales. El tamaño de una larva del último estadio es variable, aproximadamente de unos 35-40 mm de longitud.

Adultos: El adulto de *H. virescens* mide 27-35 mm con las alas extendidas. Las alas delanteras son de color verde amarillo pálido a castaño con tres rayas oblicuas. Alas traseras plateadas, con márgenes más oscuros. Los adultos de *H. zea* miden unos 35-40 mm con las alas extendidas, las delanteras son de color marrón claro a verdoso, o marrón con marcas transversales más oscuras. Alas traseras pálidas, oscurecidas en los márgenes.

Daño: Las larvas perforan los frutos, los cuales se contaminan por la presencia de una o más de ellas, sus heces y/o mudas. Los frutos dañados generalmente se pudren y caen de la planta en menos de cuatro semanas.

Comportamiento y Ecología

Las dos especies de *Heliothis* son plagas generalistas, que dañan los botones florales, flores y frutos de diversas plantas y cultivos, tales como algodón, maíz, y tabaco. Las fuentes de infestación para el tomate probablemente son otros cultivos cercanos, según el patrón espacial y temporal de siembra. Se ha demostrado que los adultos de *Heliothis* pueden volar a distancias considerables movilizándose hacia el cultivo cuando se inicia la etapa de floración.

Las larvas de primer estadio se mueven a los frutos más cercanos, y en su ausencia, perforan los botones y las flores. A veces también taladran el tallo. Prefieren frutos verdes y, generalmente completan el ciclo larval en un solo fruto, aunque las larvas pequeñas son capaces de afectar varios de ellos.

Cuando está madura, la larva baja al suelo en donde empupa. La actividad del adulto (vuelo, alimentación con néctar, acoplamiento y oviposición) se concentra a la hora de oscurecer y en la noche.

Varios años de trabajo con trampas lumínicas en León y Chinandega, Nicaragua, ofrecen datos que demuestran la presencia de adultos de *Heliothis* durante todo el año, con picos poblacionales en mayo-junio y septiembre-enero.

Se han registrado niveles extremadamente altos de resistencia a metil paratión y a endrín en *Heliothis* procedentes de Centroamérica. Es probable que en años subsecuentes la plaga haya desarrollado también resistencia a otros productos.

Datos de San Jerónimo, Guatemala, demuestran que *Heliothis* es plaga seria en cuanto a su capacidad de afectar el rendimiento. Cuando se utilizó un muestreo de huevos de *Heliothis* para relacionar la densidad de la plaga con la pérdida de rendimiento, la relación encontrada era: % del rendimiento perdido = 8.75x, donde x es igual al número de huevos de *Heliothis* encontrados en 30 hojas compuestas tomadas al azar, a los 51 días después del trasplante. En otras palabras, un huevo por cada 30 hojas implica una reducción del rendimiento de 8.75%.

Opciones de Manejo

En California se encontró que el uso de *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*) var. *kurstaki*

(0.56 kg i.a/ha) combinado con liberaciones masivas del parasitoide de huevos, *Trichogramma pretiosum* Riley (aprox. 55,000/ha cada 3 a 4 días, de los 35 a los 115 DDT), dio un control aceptable, un poco inferior al tratamiento "tradicional" de metomil (1.6 versus 0.7 % de los frutos dañados en un año, 0.9 versus 0.3 en otro, las diferencias fueron significativas). La ventaja del uso de *Bt* y *Trichogramma* es que no provocó brotes de plagas secundarias, dado que el *Bt* no causa mortalidad a la fauna benéfica. Mientras tanto, el metomil provocó un brote del minador, *Liriomyza sativae* Blanchard, el cual puede inducir al agricultor a realizar aspersiones adicionales, con lo que entraría al "círculo vicioso" de los insecticidas.

La combinación de *Bt* y *Trichogramma* funciona a pesar de que ninguno de los dos ejerce un control suficiente cuando se le utiliza solo. La disponibilidad de *Trichogramma* en Centroamérica es aún limitada; sin embargo existe otro método de potenciar al *Bt* sin provocar brotes de *Liriomyza* u otras plagas secundarias. En efecto, en Florida y en Guatemala, se recomienda el uso de *Bt* mezclado con 25% a 50% de la dosis normal de un insecticida químico (metomil o endosulfán).

Un buen monitoreo es crítico para la eficacia de cualquier insecticida contra *Heliothis*, ya sea químico o biológico. Esto es para sincronizar las aplicaciones con la aparición de las larvas del primer estadio. Una vez que las larvas hayan penetrado los frutos es difícil o imposible que un producto las elimine.

En EEUU se ha observado que, durante períodos de temperaturas altas, los huevos eclosionan dentro de 3 días después de la oviposición, y se infiltran en los frutos en 3 días más. Cuando la larva está por nacer, en cualquier momento se puede ver (con una lupa) su cabeza negra a través del huevo translúcido. El huevo podría estar parasitado, en cuyo caso muestra un color negro más uniforme. En California la recomendación es ignorar los huevos parasitados en el muestreo, y programar una aplicación inmediatamente si los huevos muestran las cabezas de las larvas o si hay larvas recién nacidas. Si los huevos todavía están totalmente blancos, color que muestran durante las primeras 24 horas, recomiendan no aplicar insecticida hasta volver a muestrear dos días después.

En Guatemala, se evaluaron tres opciones para la racionalización del uso de insecticidas contra *Heliothis* en tomate. Estas fueron:

- Eliminar todas las aspersiones de insecticida desde el trasplante hasta los 30 días, y después aplicar cada 8 días hasta el primer corte.
- En cada parcela se hicieron muestreos al azar de un total de 30 plantas una o dos veces por semana. Se identificó la flor más alta de cada planta y se examinó la hoja compuesta inferior siguiente. Se revisó el haz y envés, sin cortar la hoja, y se registro la cantidad de huevos de *Heliothis* encontrada. Al encontrar 4 huevos o más en 30 hojas, se volvía a muestrear a los 4 días. Al encontrar más de 4 huevos y/o larvas recién nacidas, se aplicaba insecticida.
- Una vez por semana se cortaron al azar 25 frutos verdes de 2.5 cm de diámetro. Se partió cada fruto y se registró el número de frutos dañados. Al encontrar 2 o más frutos dañados de los 25, se aplicaba insecticida.

Estas tres opciones se compararon con el tratamiento del agricultor, logrando una reducción de 50% o más en el número de aplicaciones, sin perjudicar al rendimiento. Las tres salieron más rentables que la del agricultor. Una alternativa que aparentemente reduce el daño de *Heliothis* de modo preventivo es la siembra del tomate en asocio con el frijol. Se probaron dos sistemas de siembra en Nicaragua. Para el de doble surco en camas elevadas que se utiliza pa-

ra las variedades industriales, se sembraron dos surcos de frijol en las orillas de las camas. Para el sistema de surco sencillo y barbacoa (tutor) que caracteriza la siembra de variedades de consumo fresco, se alternaron surcos de tomate y de frijol. En ambos casos hubo una reducción de frutos de tomate dañados por *Heliothis*, variando desde aproximadamente 50% hasta 90%. Estos resultados son muy similares a los encontrados en Guatemala.

Otras opciones potenciales pero no comprobadas para el manejo de *Heliothis* en tomate son el uso del producto comercial de virus de la polihedrosis nuclear, y trampas de feromonas.

***Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), mosca blanca (Fig. 15).**

Descripción

Huevos y ninfas: No están presentes en el tomate en Centroamérica.

Adultos: Pequeños insectos blancos de 1 a 2 mm de longitud, con el aspecto de pollila. Tienen dos pares de alas, cubiertas de cera fina.

Daño

B. tabaci es vector de un gémini virus del tomate en Centroamérica. Unas semanas después de la infección aparece un mosaico amarillo y encrespamiento en las hojas nuevas, y la planta sufre un achaparramiento a lo largo del ciclo vegetativo. Muchos frutos no maduran, se quedan verdes y pequeños durante todas las cosechas. A veces se encuentra en poblaciones mixtas, junto con otra mosca blanca, *Trialeurodes* sp., de la cual se desconoce si es o no también vector del virus.

Comportamiento y Ecología

B. tabaci es una plaga muy extendida del algodón, tabaco, frijol y tomate irrigado en Centroamérica. Aparentemente es un vector de virus en todos estos cultivos.



Figura 15. Adulto de mosca blanca, *Bemisia tabaci*

Antes de 1961, *B. tabaci* no se conocía como una plaga en Centroamérica. Su primera aparición se registró durante el ciclo algodonero de 1961-62 en El Salvador. En 1964 apareció en Honduras y en 1965 en Guatemala y Nicaragua. En este país se le conoce primordialmente como una plaga de la estación seca, que muestra un pequeño incremento poblacional durante el veranillo y con un punto máximo a fines de febrero. Con el incremento en las poblaciones de *B. tabaci*, aumentó también el problema del virus del enrollamiento de la hoja del algodón. El brote de *B. tabaci* en Centroamérica se atribuye al largo ciclo del algodón, que se prolonga hasta la estación seca, a la presencia de una malvácea, *Sida* sp., hospedante alternativa, y a la creciente resistencia de la mosca blanca a la mezcla de DDT, toxafeno y metil paratión. Esta mezcla era la medida de control más común en Centroamérica, que se rociaba hasta 38 veces por ciclo agrícola. Por esto, en América Central se considera a *B. tabaci* como plaga secundaria, inducida por el uso excesivo de insecticida.

Se producen numerosas generaciones por año, con un ciclo de vida de cerca de 21 días. Los huevos eclosionan en 5 días, seguidos por tres etapas de ninfas (3 a 6, 3 y 2 días, respectivamente), y luego el estado de pupa (2 a 4 días) y emergencia de adultos, los cuales pueden vivir días o semanas.

B. tabaci se encuentra en el tomate en la época seca, especialmente durante las siembras bajo riego. Aunque en el Viejo Mundo esta especie completa todo su ciclo de vida en el tomate, en Centroamérica parece que el tomate es apenas una planta hospedera "transitoria" de los adultos, pues no se encuentran huevos ni ninfas en dicho cultivo. Los adultos se encuentran alimentándose en las superficies inferiores de las hojas y vuelan cuando son perturbados. El único daño que la mosca blanca causa al tomate en centroamérica es a través de su papel como vector de un gemini virus, probablemente el mosaico amarillo del tomate (MAT). La planta tiene que ser infectada en una etapa temprana para que haya una disminución del rendimiento como consecuencia de la acción del virus. Un problema común es el trasplante al campo de plántulas ya infectadas en el semillero. Mientras más tardía sea la etapa de desarrollo, menor será la pérdida, hasta los 50 días después de la germinación, aproximadamente.

Dada su eficiencia como vector, pocos adultos son suficientes para infectar muchas plantas, aunque las estimaciones de la relación entre la densidad de adultos y la pérdida de rendimiento varían drásticamente. En trabajos con tomate, var. 'Tropic', bajo riego en época seca en el Valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua, se ha estimado la siguiente relación: % de rendimiento perdido = $114.5x$ ($r^2 = 0.26$, $P 0.005$) donde x es el número de adultos encontrados en 1 hoja compuesta de la mitad superior de la planta. Esto se traduce en una pérdida de 10% por cada mosca en 11.5 plantas muestreadas (siempre tomando una hoja superior por planta).

Por otro lado, trabajos realizados con la variedad 'Catalina' (variante de 'Tropic') en Alajuela, Costa Rica, también bajo riego en época seca, mostraron una pérdida de 10% por cada 2.87 moscas por hoja superior por planta, una diferencia muy notable con los resultados de Nicaragua. Varias explicaciones son posibles para estas diferencias. Es posible que en el caso de Nicaragua la proporción de la población de mosca blanca que portaba el virus era más alta que en Costa Rica. O bien que las diferencias de variedad, suelo, manejo y clima afectaron de manera distinta la susceptibilidad de las plantas en los dos sitios.

De todos modos, se destacan dos conclusiones: que la relación entre la densidad de mosca blanca y el rendimiento del tomate requiere mayor estudio, y que comparado con las "nubes" de moscas que a veces se encuentran en los tomates, una pequeña proporción de ellas es suficiente como para afectar al rendimiento.

Opciones de Manejo

El punto clave del manejo de la mosca blanca en el tomate es que la época crítica, coincide con las primeras semanas después de la germinación; posteriormente la planta se vuelve más tolerante al virus. En siembras de trasplante, lo crítico es evitar la infección de las plántulas en el semillero. Esto fue objeto de estudio en Venezuela, donde se encontró que los insecticidas sistémicos aplicados al suelo, son eficaces. Sin embargo, simplemente cubriendo el semillero con malla de nilón, se protegió por completo a las plántulas ocasionando un incremento en el rendimiento final de 45 por ciento.

Cuando la siembra es directa en el campo, suele ser necesario rociar el cultivo si la mosca blanca se presenta durante las primeras semanas. El uso de insecticida tiene algún efecto, aunque hay que tener cuidado en cuanto a resistencia y a la provocación de brotes de minador y gusano alfiler (ver secciones posteriores).

El rociado con aceites minerales se ha utilizado para controlar los virus no persistentes transmitidos por áfidos. Los aceites inactivan la partícula viral la cual se adhiere al estilete, y no son tóxicos para el áfido, la planta, o los enemigos naturales. No son eficaces contra virus persistentes como los transmitidos por la mosca blanca, pero el aceite en sí puede ser una medida eficaz de control contra la mosca blanca. Puede rociarse sobre el cultivo, o sobre láminas

amarillas que se ubican en el campo para servir de trampas. Las moscas blancas se adhieren al aceite, el cual empapa las escamas de sus alas, y produce una muerte rápida. El aceite no puede mezclarse con el insecticida. Aunque virtualmente cualquier aceite ligero funcionaría, han comprobado ser eficaces el aceite mineral y los de semilla de algodón, ajonjolí y maní.

Se ha informado que se economizaron 4 aplicaciones de insecticida con la utilización de una cobertura de paja verde. Las moscas fueron atraídas por la cobertura más que por el cultivo, hasta que la cobertura comenzó a ponerse amarilla, momento en el que tuvieron que iniciarse las aspersiones. Valdría la pena probar esto en Centroamérica, dado que la cobertura también puede ayudar a reducir las altas temperaturas del suelo, que a menudo limitan la producción de tomate en el trópico.

El pepino se ha intercalado con éxito dentro de los tomates como cultivo trampa y se sugiere que se realicen estudios similares con la variedad hospedera de Centroamérica, para determinar si existen cultivos trampas potenciales.

***Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), minador de la hoja (Fig. 16).**

Descripción

Huevos: Los huevos son depositados uno a uno debajo de la superficie de las hojas. Su período de incubación es de 2-4 días.

Larvas: Las larvas alcanzan unos 2 mm de largo, y son de color amarillo. Minan la hoja, dejando características minas en forma de serpentinatas. Aparecen primero como un hilo y se ensanchan a medida que la larva crece. El estado larval dura entre 7 y 10 días. Las larvas maduras abandonan las minas y caen al suelo para empupar.

Pupa: Las pupas son de color marrón claro. A menudo las pupas también se forman sobre las hojas.

Adulto: El adulto es una pequeña mosca de 2 mm, de color negro con tonos amarillos.

Daño

Mina las hojas y provoca ocasionalmente la muerte y caída de las mismas cuando alcanza densidades muy altas. Los frutos expuestos al sol pueden aparecer lesionados, con lo que puede haber pérdidas económicas de consideración.

Comportamiento y Ecología

En el caso de *L. sativae*, especie que es ampliamente conocida como plaga secundaria, se ha demostrado que se puede producir un brote de la misma a través del uso indiscriminado de insecticidas como el metomil, ya

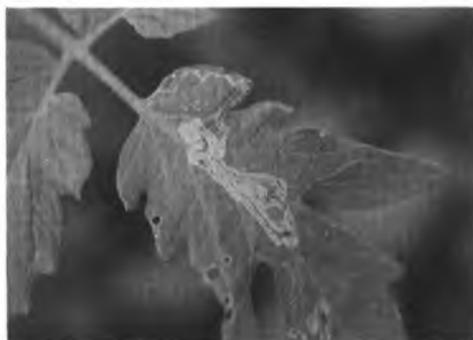


Figura 16. Mina típica de *Liriomyza* en la hoja de tomate

que *L. sativae*, al igual que otros minadores, normalmente está bien controlado por parasitoides, los cuales son eliminados por el insecticida. También tiene capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas.

L. sativae y el gusano alfiler, *K. lycopersicella*, suelen estar relacionados ecológicamente. En Florida, antes de 1970 ninguna de las dos fue considerada plaga, y se aplicaban plaguicidas contra otras plagas. A partir de 1971 *K. lycopersicella* llegó al estatus de plaga, y a mediados

de los años setenta ocurrió lo mismo con *L. sativae*. En Nicaragua se observó un patrón semejante al principio de los ochenta. Se piensa que las aplicaciones dirigidas a *K. lycopersicella* provocan el brote de *L. sativae*. Para evitar esto se recomienda la minimización del uso de productos de espectro amplio contra *K. lycopersicella* y otras plagas del tomate.

Existe confusión en la literatura sobre el grado del efecto que *L. sativae* ejerce sobre el rendimiento del tomate. Lo más probable es que las infestaciones bajas y medianas no lo afectan, mientras que si la densidad de las minas es muy alta, provoca la mortalidad de hojas y el consecuente daño a los frutos por exposición al sol.

Opciones de Manejo

L. sativae es difícil de controlar una vez que está presente en poblaciones altas, tanto por su resistencia como por su hábito de minador que lo protege de las aspersiones. Los insecticidas de espectro amplio eliminan a sus enemigos naturales y es común que su densidad aumente después de una aplicación.

Para evitar un brote se recomienda el uso de productos selectivos contra las otras plagas, para proteger la fauna benéfica. El policultivo de tomate y frijol reduce en más de 50% el nivel de ataque, lo cual podría ser empleado como una táctica preventiva.

Para controlar un brote ya iniciado hay dos alternativas: suspender todas las aplicaciones de productos de espectro amplio, o utilizar un producto de acción translaminar contra la cual *L. sativae* no ha presentado resistencia. En la mayoría de los casos la primera alternativa es preferible.

Keiferia lycopersicella (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae), gusano alfiler (Fig. 17).

Descripción

Huevos: Los huevos son depositados solo en la hoja (cualquier cara, pero predominan en el envés). Por su pequeño tamaño son casi imposibles de localizar. Son elipsoides y amarillos y eclosionan en 4-5 días.

Larvas: Son verde pálido o rosado al principio, volviéndose después grisáceas con manchas púrpuras. En el último estadio llegan a medir 6-8 mm. En los primeros estadios minan las hojas, formando galerías parchosas y posteriormente las enrollan y pegan con seda para formar un refugio. En los últimos estadios perforan los frutos (ocasionalmente barrenan los tallos), dejando un agujero característico de entrada. El estado larval dura unos 9-30 días.

Pupa: La pupa se forma en el suelo, en donde se dejan caer las larvas maduras, que tejen un capullo cubierto por una capa superficial de tierra. La pupa también se forma, aunque más raramente, entre los refugios de hojas enrolladas.

Adulto: El adulto es una pequeña polilla de 9-12 mm, de color gris. Son especialmente activos durante la noche, reposando en sitios sombríos de la planta durante el día. El apareo ocurre poco después de que los adultos emergen y las hembras depositan la mayor parte de sus huevos en los siguientes dos días.

Daño

Las larvas minan las hojas, reduciendo el área de fotosíntesis y favoreciendo la entrada de patógenos.

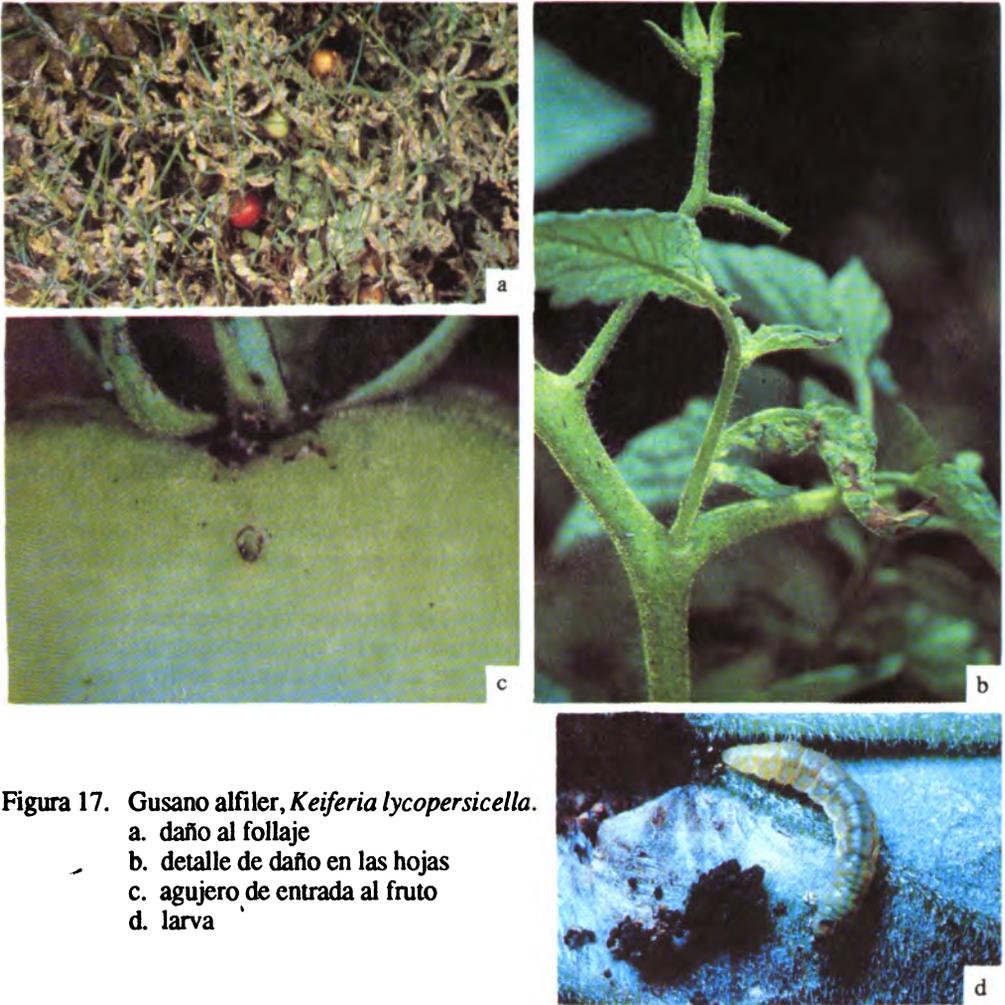


Figura 17. Gusano alfiler, *Keiferia lycopersicella*.
 a. daño al follaje
 b. detalle de daño en las hojas
 c. agujero de entrada al fruto
 d. larva

Comportamiento y Ecología

Se piensa que *K. lycopersicella* es una plaga secundaria, cuyos brotes son provocados por el uso excesivo de productos químicos de alta toxicidad a sus enemigos naturales. Otro factor que probablemente contribuye a su estatus de plaga es la disponibilidad de tomate durante todo el año, como consecuencia de la siembra escalonada, y la práctica de dejar frutos y plantas dispersos en el campo después de la cosecha, lo que actúa como "cría" de futuras generaciones de *K. lycopersicella*.

Esta plaga es difícil de controlar con insecticidas, como consecuencia de su hábito de protegerse en galerías, hojas enrolladas o frutos, donde el producto difícilmente llega. Un problema relacionado es que el uso de productos efectivos contra *K. lycopersicella*, como metomil, a menudo provoca brotes incontrolables de *Liriomyza sativae*.

Se recomienda estudiar la relación entre la densidad de *K. lycopersicella* y el rendimiento de tomate.

Opciones de Manejo

La recomendación preventiva para *K. lycopersicella* es no dejar frutos en el campo y de eliminar los restos del cultivo (plantas, rastrojos y fruto) después de la última cosecha, enterrándolos o quemándolos. Lo mejor sería dejar en cada zona una lapa mayor que la duración de una generación sin cultivar el tomate, para introducir un cuello de botella contra la población de la plaga.

Como respuesta curativa a brotes de *K. lycopersicella* se recomienda la mezcla de *B. thuringiensis* con una dosis media de un producto químico. La dosis media es sub-lethal para los parasitoides, preservándolos y así manteniendo el control de *Liriomyza*, mientras que potencia la acción del *Bt*, volviéndolo más efectivo contra *K. lycopersicella*. En Guatemala se ha utilizado con éxito el inhibidor de quitina teplubenzurón, que interfiere con el desarrollo normal de las larvas, impidiéndoles empupar.

Otro método que ha sido propuesto para el manejo de *K. lycopersicella* es el uso de feromonas para interferir con el acoplamiento de los adultos, suprimiendo así la tasa de incremento de la población. Al inundar el campo con fibras que contienen la feromona antes de la llegada de la plaga, se previene su reproducción posterior. El producto funciona únicamente cuando la parcela está aislada por un mínimo de 1500 m de la parcela más cercana que no esté tratada, para evitar la invasión de hembras ya fertilizadas. También se enfatiza la necesidad de aplicar la feromona antes de la llegada de la plaga, toda vez que una infestación es difícil de controlar.

En California y en México se utilizaron trampas de feromona (2 por parcela) para el monitoreo de *K. lycopersicella*, con el propósito de sincronizar las aplicaciones de plaguicida con la presencia de la plaga, utilizando como umbral de acción una captura de 10 adultos/trampa/noche. Sin embargo esto no funcionó cuando se le probó en Florida, por falta de una correlación entre la captura de adultos y la población subsecuente de larvas.

Otro método para determinar el umbral de acción es el de inspeccionar varias secciones de surco de 1m de largo, registrando el número de larvas encontradas en las minas. Las secciones de surco se deben inspeccionar al azar y el umbral de acción es de 5 a 10 larvas por metro de surco. Estos umbrales fueron validados en Guatemala con buenos resultados y se necesita probarlos en el resto de países de la región.

Gusanos del complejo *Spodoptera* (Fig. 18).

Se les conoce, en general, como gusanos soldados y todos ellos son capaces de atacar al tomate, con preferencia al follaje y los frutos. Las hembras ponen numerosos huevos, recubriéndolos con escamas, lo que da a sus oviposiciones el aspecto de una pelusa. Las larvas jóvenes son gregarias y se alimentan royendo la superficie de la hoja, produciendo a veces esqueletización de la misma. Pasan por 5-7 estadios, llegando a medir entre 25 y 40mm. Presentan bandas de color oscuro a lo largo del cuerpo y algunas tienen diseños con manchas triangulares. Son sedosas al tacto. Empupan en el suelo. Los adultos son de color castaño y alas traseras blancas, con una envergadura entre 28-50 mm.

Spodoptera latifascia (Walk.). (Fig 18a) Sus larvas son cortadoras, pero más que todo actúan como defoliadoras y destructoras de frutos, pudiendo causar severos daños en el tomate.

Spodoptera sunia (Guen.). (Fig 18b) Puede causar defoliaciones y destrucción de frutos cuando sus poblaciones son altas.

Spodoptera eridania (Cram.). (Fig. 18c) Ocasionalmente pueden actuar como cortadores, pero su daño en el tomate es sobre todo por la defoliación y perforaciones en los frutos.

Spodoptera exigua Hubn. Es localmente importante en la costa pacífica de El Salvador. Las larvas en fase gregaria pueden causar serias defoliaciones en el cultivo.

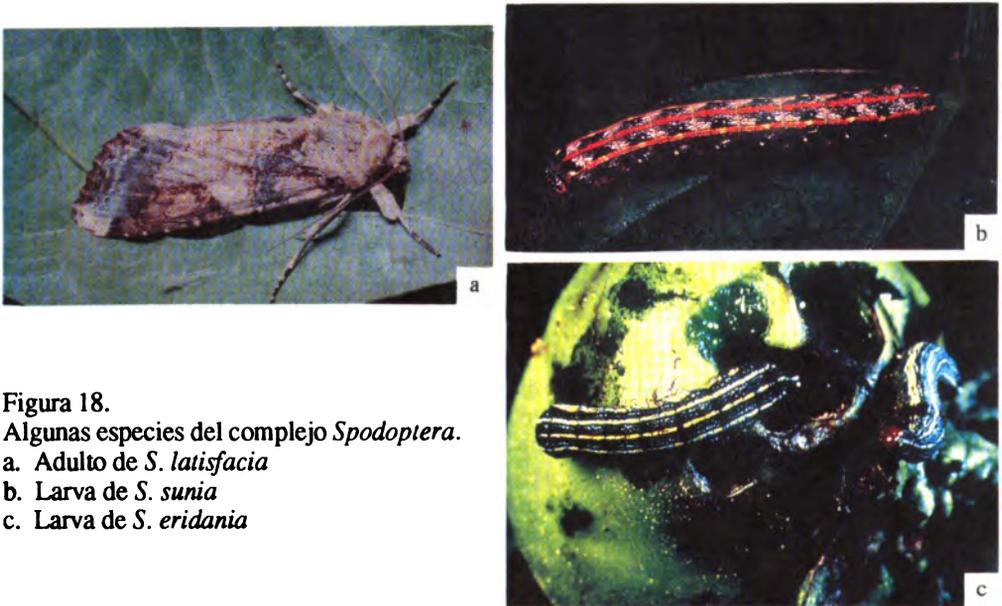


Figura 18.
Algunas especies del complejo *Spodoptera*.
a. Adulto de *S. latifascia*
b. Larva de *S. sunia*
c. Larva de *S. eridania*

Los gusanos soldados tienen enemigos naturales que frecuentemente regulan sus poblaciones, haciendo que su categoría como plaga sea sólo intermedia y, aún, de poca importancia. Entre esos organismos benéficos se cuentan los parásitos ovípagos, *Trichogramma* spp.; parásitos larvales como *Apanteles* spp., *Euplectrus* sp., *Chelonus* sp., y *Ophion* sp. Entre los parásitos larvo-pupales están *Brachymeria* sp. y *Spilochalcis* sp. Otros parásitos incluyen a los taquípidos como *Winthemia* spp., existiendo también depredadores como las avispas *Polistes* y organismos patógenos como los hongos *Nomuraea rileyi* y *Beauveria bassiana*.

Las poblaciones de gusanos soldados deben ser monitoreadas semanalmente desde el momento en que se establece la plantación, examinando las hojas y buscando oviposiciones o larvas. Las infestaciones densas en la etapa de establecimiento pueden ameritar una aplicación, con la opción de usar *B. thuringiensis* (*Bt*) cuando se detectan poblaciones de larvas jóvenes, o mezclando ese mismo producto con dosis bajas de un insecticida.

Daño

Cortan plántulas pequeñas, consumen follaje, y hacen excavaciones grandes pero superficiales en los frutos, las cuales generalmente cicatrizan.

Comportamiento y Ecología

Los gusanos soldados del complejo *Spodoptera* son plagas generalistas que atacan casi cualquier especie de planta y cultivo, con preferencia por las dicotiledóneas. Las fuentes de infestación son otros cultivos y frecuentemente las malezas como el bledo o huizquilite (*Amaranthus spinosus*) y la verdolaga (*Portulaca* spp.). En Florida se ha observado que al eliminar el *Amaranthus* del campo de tomate, las larvas de *S. exigua* pasaban a las plantas de tomate, y al dejar la maleza, se quedaban allí. Esto sugiere el posible uso de la maleza como cultivo trampa.

Opciones de Manejo

En Florida y en Guatemala se recomienda la misma combinación de *Bt* con dosis media o cuarta de insecticida, que se recomienda para *Heliothis* y *K. lycopersicella*, para el combate de los gusanos de *Spodoptera* en el tomate.

En Nicaragua se encontró que el policultivo de tomate y frijol, que reduce el daño de frutos por *Heliothis*, ejerce la misma función para *Spodoptera*.

Para el caso de *S. sunia* actuando como cortador de plántulas, se encontró que el mismo asocio ofrece protección al tomate, porque el frijol es preferido por las larvas y funciona así como cultivo trampa.

Afidos (Fig. 19).

Descripción

Los áfidos (Homoptera: Aphididae) son pequeños insectos de cuerpo blando, que en su proceso evolutivo han sufrido diversas modificaciones para adaptarse como parásitos específicos de plantas. Entre estas adaptaciones está la forma especial de alimentarse, su reproducción (sexual y partenogenética). Otras características importantes de estos insectos son la neotenia, la alternancia de hospederos, la habilidad de las formas aladas para trasladarse a grandes distancias y la de ser vectores de enfermedades de plantas.



Figura 19. Colonia de áfidos en tomate

A pesar de constituir sólo un pequeño grupo dentro de los Homoptera (unas 4000 especies), todos los áfidos son fitófagos. De ahí su importancia desde el punto de vista económico.

En las condiciones ambientales tropicales, los áfidos se reproducen únicamente utilizando la vía asexual partenogenética, por lo que no se observan machos. Las poblaciones están constituidas exclusivamente por hembras partenogenéticas. Una hembra puede producir una prole de hasta 50 hijas y durante el año pueden darse hasta 8 generaciones, lo que potencialmente podría dar lugar a la formación de poblaciones muy grandes de áfidos. Sin embargo, las condiciones ambientales y los enemigos naturales se encargan de mantenerlas en equilibrio.

Siendo los áfidos un grupo de insectos originario de las zonas templadas y subtropicales, pocos grupos se han adaptado a las condiciones de temperatura, luz diurna y humedad propias de los trópicos.

En las condiciones de clima templado, la alternancia de las progenies sexual y partenogenética están estrechamente ligadas con los cambios de estación, mientras que en el trópico, al no darse cambios de clima tan drásticos, los áfidos no tienen la necesidad de producir la forma de huevo para lograrlo, ni de buscar hospederos alternos.

Una de las adaptaciones importantes de los áfidos ha sido la de su aparato bucal, que les permite alimentarse directamente de la savia elaborada.

Los áfidos producen daños directos o indirectos. En el primer caso, pueden dañar un cultivo si sus poblaciones son muy altas como para extraer la savia en grandes cantidades, debilitando la planta. Al succionar la planta, los áfidos extraen una alta concentración de sustancias nitrogenadas y de carbohidratos, los que después de llenar la capacidad del cuerpo son excretados en forma prácticamente continua. Esta es la base fisiológica de la producción de miel de

los áfidos, tan apetecida por algunas hormigas, y que también sirve de sustrato para el desarrollo de la fumagina, producida por el hongo *Capnodium* sp., que además de interferir con la función fotosintética afecta la calidad del producto.

El daño indirecto, ocurre por la transmisión de virus a las plantas, lo que puede causar cuantiosas pérdidas en los cultivos.

Entre los virus del tomate transmitidos por los áfidos están el VYP (Virus Y de la papa), VSP (Virus S de la papa), VMP (Virus del mosaico del pepino) y al VGT (Virus del grabado del tabaco). Cada uno de ellos puede ser transmitido por más de una especie de áfido, como se detalla a continuación:

VYP: *Myzus persicae*, *M. ornatus*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Phorodon humuli*, *Aphis gossypii*, *A. fabae*, *Rhopalosiphum insertum*, *Aulacorthum circumflexum*.

VMP: *A. gossypii*, *M. persicae*

VSP: *M. persicae*

VGT: *M. persicae*, *M. ascalonicus*, *M. circumflexus*, *A. rhamni*, *A. fabae* y *M. euphorbiae*.

Los áfidos pueden invadir un cultivo desde otros cultivos cercanos, de plantas hospederas alternas o bien desde campos cultivados lejanos, de donde son traídos por el viento. Los insectos pueden iniciar el vuelo pasivamente e invadir plantas cercanas o ser llevados por las corrientes de aire a lugares distantes hasta que la velocidad del viento les permita gobernar su vuelo. Estando en el aire, los áfidos son atraídos por los colores de onda larga, particularmente el verde amarillento, pero al encontrarse más cerca del suelo el amarillo es el color preferido.

Los factores abióticos como la temperatura, precipitación pluvial y humedad influyen en la sobrevivencia y reproducción de los áfidos. Temperaturas bajas, la precipitación frecuente y la alta humedad relativa no les permiten formar colonias sobre los cultivos. Para *Myzus persicae*, por ejemplo, se ha considerado que la máxima actividad de vuelo está a 26.6C y la mínima de 12.8C.

Opciones de manejo

En algunos casos el control puede ser dirigido exclusivamente hacia esos insectos, cuando sus poblaciones alcanzan niveles muy altos, o cuando son vectores de algún virus de importancia económica. En la mayor parte de los cultivos económicamente importantes, los áfidos son combatidos cuando se ataca a otras plagas.

En el combate de los áfidos se han empleado tácticas diversas, entre ellas el control biológico. Varias especies de enemigos naturales (depredadores, parásitos y patógenos) se encargan de regular sus poblaciones. Los insectos afidófagos que han sido reportados pertenecen a varios órdenes, destacándose las familias Chrysidae (Neuroptera), Coccinellidae (Coleoptera) y Syrphidae (Diptera). Algunas especies de arañas también pueden depredar áfidos. Un grupo interesante de insectos lo constituyen los himenópteros parasitoides de la familia Aphididae, entre los que se cuentan géneros como *Aphelinus*, *Diaeretiella*, *Lysiphlebus* y *Aphidius*.

La introducción de enemigos naturales exóticos ha resultado efectivo para el combate de los áfidos en frutales y otros cultivos.

Entre los organismos patógenos que afectan a los áfidos se encuentran hongos como *Verticillium lecanii* y *Entomophthora* sp., que pueden tener un valor potencial como alternativa de control.

El control químico de los áfidos por medio de insecticidas ha sido el más usado. En la actualidad existen productos específicos, entre ellos el pirimicarb, que usado en dosis bajas y con suficiente agua no afecta a la fauna benéfica.

El control cultural es una opción que se ha empleado en algunos lugares con relativo éxito. La rotación de cultivos ha dado buenos resultados para combatir el áfido, *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki), que ataca la papa. La cobertura del suelo con materiales como grana de arroz, plástico de color negro o gris plateado, tela de aluminio y otros también se utilizan como disuasivos contra los áfidos.

Otras plagas insectiles importantes

Algunas especies de insectos pueden producir ataques ocasionales al tomate, especialmente cuando las condiciones climáticas o algunas prácticas de manejo del cultivo les son favorables a continuación se ofrecen datos de algunas especies que pueden causar daños ocasionales

Los crisomélidos *Epitrix cucumeris* (Harris) y *E. fasciata* Blatchley pueden presentarse a veces como plagas del tomate y otras solanáceas, siendo la primera la más severa. Las hembras depositan sus huevos en grupos en el suelo, cerca de las raíces de la planta hospedante. Las larvas son blancas y en forma de hilo, de 4-5mm de largo al alcanzar su desarrollo completo. Se alimentan de las raíces de la planta, empupando en el suelo en una pequeña celda de tierra. El adulto mide entre 1.5 y 2 mm de longitud, su color es castaño oscuro a negro brillante. Son redondeados, con fémures traseros bien desarrollados, lo que les permite saltar cuando se les perturba. Los élitros tienen hileras longitudinales de fositos y están cubiertos con pelos cortos. Las antenas y patas son amarillas. Su ciclo biológico tiene una duración aproximada de entre 23-43 días.

El daño más visible es el que producen los adultos al comer las hojas, en las que hacen muchos agujeros redondos (Fig. 20). Cuando es severo, las hojas pueden caer y retardarse el crecimiento, sobre todo cuando el ataque ocurre a nivel de plántula.

Entre las medidas de manejo se recomiendan la remoción de las plantas hospedadoras voluntarias y malezas solanáceas en la vecindad de los cultivos, así como la rotación de los mismos. Cuando se encuentran más de 5 agujeros por centímetro cuadrado en las hojas jóvenes de los cultivos maduros, se puede recurrir a una aplicación de insecticida.

Otros crisomélidos de importancia son las vaquitas o tortuguillas, *Diabrotica* spp., (Fig. 21) que atacan a varios cultivos, tanto como larvas a nivel de raíz, o como adultos al follaje; *D. balteata* deposita sus



Figura 20. Daño de pulga saltona, *Epitrix* sp., en hoja de tomate

huevo en el suelo en forma individual, generalmente cerca de las raíces de gramíneas y malezas. La larva, delgada como hilo en sus primeros estadios, tiene cabeza café y una mancha oscura en el último segmento abdominal. Llega a medir hasta 10 mm y pasa por tres estadios, volviéndose más corta y gruesa en su madurez. Empupa en el suelo en una celda de tierra. El adulto mide unos 4-6 mm, es de color amarillo con bandas transversales verdes, cabeza roja, protórax y abdomen amarillos. El ciclo biológico puede durar entre 28-40 días.

El daño es más severo en condiciones de baja fertilidad y falta de humedad en el suelo. Las larvas comen las raíces y pueden promover las pudriciones y pérdidas de plantas. Los adultos comen el follaje, yemas y flores, haciendo agujeros irregulares. Son transmisores de enfermedades virósicas.

Se pueden tomar acciones de control químico cuando haya dos o más adultos por planta, sobre todo en las primeras etapas de crecimiento. Las plantas más desarrolladas toleran bastante más daño sin ser afectadas.

Las larvas del esfíngido *Manduca sexta* (L.) (gusano cachón, gusano del tomate y del tabaco, Fig. 22) pueden causar defoliaciones severas a las plantas y destruir los frutos. Pueden alcanzar hasta 80-90 mm de largo cuando maduran. Su color es verde o verde gris, con 7 rayas oblicuas laterales blancas y un cuerno en el extremo posterior. Las larvas pasan por 5 estadios y empupan en el suelo. La pulpa es marrón, con un gancho característico que alberga la proboscis. El adulto es una mariposa con una envergadura de 90-115 mm. Las alas delanteras son marrón con marcas gris y negras, alas traseras y abdomen gris oscuro, con parches o barras amarillas.

Las poblaciones de *M. sexta* se mantienen bajo control por varias especies de enemigos naturales, tales como parásitos de huevos y larvas, así como depredadores y patógenos.



Figura 21. *Diabrotica balteata* en follaje de tomate



Figura 22. Gusano cachón, *Manduca sexta*



Figura 23. Gusano falso medidor, *Trichoplusia ni*
a. Larva
b. Adulto

El gusano medidor, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) (Fig. 23) ataca esporádicamente las plantaciones de tomate, ya sea comiendo el follaje o haciendo agujeros en los frutos

y provocando su pudrición. Unas pocas larvas pueden causar pérdidas considerables. Las hembras depositan sus huevos uno a uno sobre la superficie de las hojas. Los huevos son redondos y verdes. Las larvas pasan por 6 estadios y alcanzan hasta 30 mm cuando maduran, son de color verde con rayas laterales y dorsales verdes y blancas. Caminan arqueándose como lo hacen los medidores. Empupan en un capullo de seda dentro de una hoja enrollada y la pupa es verdosa, la cual se torna marrón poco antes de la emergencia del adulto.

Los adultos son palomillas con una envergadura de 29-36 mm, con alas delanteras marrón o gris oscuro y las traseras marrón pálido. El tórax presenta una cresta. El ciclo biológico dura entre 20-32 días.

Para el manejo de esta plaga hay que tomar en cuenta la existencia de parásitos ovípagos, larvales y pupales, a menudo capaces de regular sus poblaciones. Es recomendable monitorear las poblaciones para detectar la presencia de huevos o larvas jóvenes antes de decidir si amerita hacer una aplicación, la que puede hacerse a base de *Bacillus thuringiensis* para no afectar la fauna benéfica que actúa sobre este y otros lepidópteros que atacan al tomate.

Acaros

Algunas especies de ácaros se presentan como problema en los cultivos de tomate de la región. Son artrópodos de tamaño muy pequeño y alta capacidad reproductiva, por lo que su presencia puede pasar desapercibida al principio y sus daños pueden ser devastadores en períodos cortos. El cultivo debe ser vigilado desde sus etapas más tempranas, examinando las hojas y registrando la presencia de poblaciones incipientes de estos organismos.

Aculops lycopersici (Massee), canelilla (Fig. 24).

Este ácaro de la familia Eryophiidae se considera una plaga seria del tomate. Se le ha detectado en Costa Rica y más recientemente en El Salvador pero hasta el momento su ataque ha sido localizado. Es un ácaro expuesto y se le encuentra en el haz y envés de las hojas. Es altamente específico para las especies de tomate (*Lycopersicon* spp.). El síntoma inicial de su ataque es un achaparramiento general de la planta, seguido de una necrosis seca de las hojas más afectadas. Las hojas se tornan de color verde claro hasta llegar a marrón claro uniforme, de donde viene el nombre común de "canelilla". Su daño se confunde a veces con bacteriosis (Fig. 24).

La planta sufre una muerte descendente y los ácaros pueden ser vistos con una lupa de 16 aumentos. Son pequeños, blancos y cuneiformes. El ataque puede alcanzar los frutos, los que detienen su desarrollo y cuya epidermis toma una apariencia café polvorienta. El ácaro puede ser transportado principalmente por el viento, material vegetativo, utensilios y personas que entran al campo.

Control químico

En el combate de este ácaro se recomienda la aplicación de productos azufrados en horas de la mañana o en la tarde, evitando que las altas temperaturas más el acaricida pueda causar fitotoxicidad.



Figura 24. Daño del ácaro *Aculops lycopersici* ("canelilla") en hojas de tomate.

***Polyphagotarsonemus latus* (Banks), ácaro blanco, ácaro tostador de la papa, ácaro del chile (Fig. 25).**

Pertenece a la familia Tarsonemidae y puede presentar daño de tipo temprano y tardío. Su tamaño es muy pequeño, y su color blanco perlado. Si los huevos de este ácaro, se observan con una lupa, se aprecia que éstos son hialinos y presentan un ligero granulado de figuras geométricas.

Los síntomas del daño temprano se presentan en el haz y en el envés de las hojas jóvenes (Fig. 25). La parte más afectada es la nervadura central, sitio donde son depositados los huevos. La nervadura sufre un resquebrajamiento con el cual se interrumpe el desarrollo de la hoja; las plántulas presentan deformaciones en sus hojas. La lámina foliar llega a desaparecer o reducirse sustancialmente. La floración es incipiente y hay aborto de gran número de botones florales, en los que a veces se pueden alimentar los ácaros. Si el daño es severo, la planta no desarrolla, quedando enana y con apariencia raquífica. La floración se inhibe totalmente. Las hojas quedan completamente deformadas, sin lámina y enrolladas, aunque no se produce clorosis. Con una infestación masiva de ácaros, puede presentarse una muerte descendente. Una población de más de tres adultos y tres huevos por hoja joven se considera de importancia económica. Se han observado en Costa Rica y Panamá, daños severos de *P. latus*.

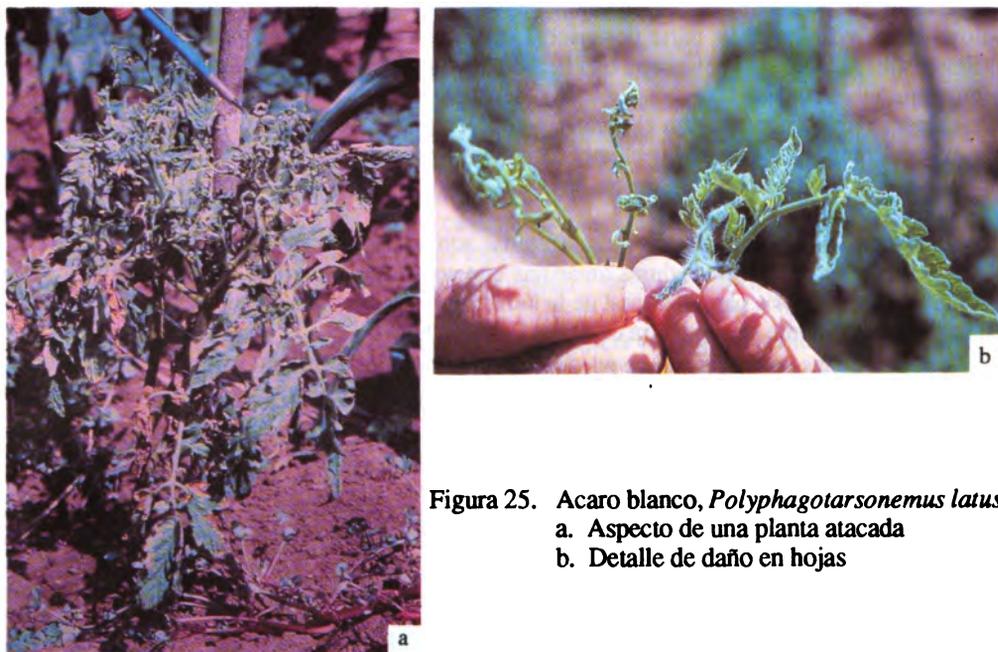


Figura 25. Acaro blanco, *Polyphagotarsonemus latus*
 a. Aspecto de una planta atacada
 b. Detalle de daño en hojas

En un ataque tardío, las hojas más grandes presentan ligeras deformaciones y acucharamiento hacia el envés. Las hojas más tiernas cesan su crecimiento. En presencia de flores y frutos, puede haber aborto de las primeras y deformación de los segundos. El ataque de *P. latus* al fruto del tomate es muy esporádico. En poblaciones altas, estos se concentran en las áreas de crecimiento. No se observa clorosis, sino un color verde claro. Los síntomas descritos pueden ser confundidos con virosis. No producen tela.

Puede ser transportado por el viento, material vegetativo, equipo y personas que entran al campo.

Manejo

Antes de iniciar un programa de manejo se debe tener certeza de la identidad del ácaro que está provocando el daño. La aplicación de plaguicidas debe hacerse con cuidado de no provocar un incremento en su población por la destrucción de depredadores, o el desarrollo de resistencia a los químicos.

En el combate de este ácaro se recomienda la aplicación de productos azufrados. La frecuencia de aplicación dependerá de las condiciones climáticas. A 30°C y 70% HR, el ácaro completa su ciclo de vida en 3 días, por lo que se recomienda hacer las aplicaciones cada 4 días. Con una temperatura de 20°C y 65% de HR la duración del ciclo de vida del ácaro oscila entre los 20 y 25 días, por lo que se recomienda distanciar las aplicaciones cada 15 días. Para ambas condiciones climáticas se recomienda realizar las aplicaciones en horas de la mañana o en la tarde para evitar condiciones que puedan causar fitotoxicidad.

La eliminación de plántulas infestadas, la desinfección de utensilios y la eliminación de malezas hospederas son medidas que pueden ayudar a disminuir la población de ácaros

Tetranychus urticae Koch, araña roja, ácaro de dos manchas (Fig. 26).

Este ácaro, de la familia Tetranychidae, es color verde con dos manchas oscuras (manchas idiosomales) visibles en su parte posterior. Los huevos son de color blanco perláceo, lisos y brillantes. El número de huevos que una hembra es capaz de ovipositar varía de acuerdo con la temperatura y la humedad.

Alcanza niveles dañinos en el verano y también puede presentar dos tipos de daño. En un ataque temprano, las hojas de las plántulas tienden a perder la turgencia, y presentan manchas amarillas. Cuando el ataque es severo, hay clorosis total, defoliación, necrosis y muerte de las plántulas.

En un ataque tardío, las hojas más afectadas son las medias y las inferiores. Al inicio del daño, se observan unas punteaduras amarillas que contrastan con el verde de la hoja. Luego se produce una clorosis parcial o total de la lámina foliar y necrosis de las áreas más afectadas. El ácaro generalmente se encuentra en el envés de las hojas.

Además de las hojas, *T. urticae* puede atacar los carpelos y los pétalos de las flores, donde se desarrollan las colonias de ácaros con abundante tela para proteger sus posturas (Fig 26).

Cuando hay más de diez individuos (adultos, ninfas, larvas) y más de diez huevos por hoja media, se considera que los ácaros han alcanzado un nivel poblacional que amerita medidas de control.

El ácaro tiene una amplia lista de plantas hospederas y puede ser transportado por el viento, material vegetativo, utensilios y personas que entran al campo.

Manejo

Se recomienda la eliminación de plántulas infestadas, desinfección de utensilios y eliminación de malezas hospederas.

T. urticae no es susceptible a las aplicaciones con azufrados, por lo que debe ser combatido con productos específicos como propargite, azociclotín y óxido de fenbutatín.

En ocasiones pueden presentarse *P. latus* y *T. urticae* realizando un daño en conjunto, lo que conlleva a una sumatoria de síntomas. En el combate se debe considerar las especies por

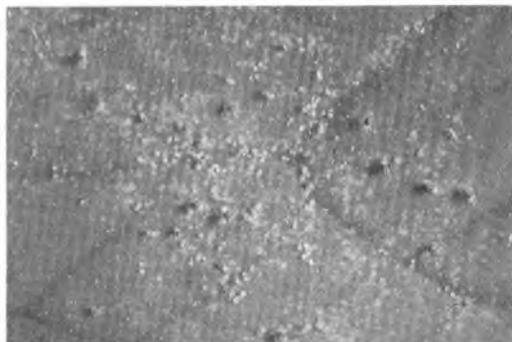


Figura 26. Acaro rojo, *Tetranychus* sp.

separado, para considerar a cual de los ácaros deber ir dirigido el combate, tomándose en cuenta el estado fenológico de la planta, el número de adultos y huevos por hoja.

Nematodos

Los nematodos son organismos invertebrados, de cuerpo transparente, filiforme y aguzado en ambos extremos. Carecen de segmentos y apéndices y están cubiertos por una cutícula de consistencia blanda que le permite al animal gran flexibilidad de movimientos. Más del 20% de las especies conocidas son parásitas de plantas. Los fitonematodos son de tamaño microscópico (de 0.25 a 12.0 mm) y en algunas de las especies, particularmente las más patogénicas, el cuerpo al madurar adquiere formas globosas, alimonadas o piriformes.

Poseen un estilete, que actúa como una aguja hipodérmica, con el que perforan los tejidos vegetales. En el proceso también inyectan sustancias que perturban la fisiología normal de las plantas, provocando una serie de trastornos como la formación de agallas y la disminución de los pelos absorbentes de las raíces. Las lesiones producidas por los nematodos también facilitan la entrada de organismos patógenos como bacterias y hongos; pueden también ser vectores de virus y son capaces de destruir microorganismos benéficos para las plantas como las micorrizas y las bacterias fijadoras de nitrógeno.

Fitonematodos del tomate

A nivel mundial se reconocen más de 60 especies de nematodos asociados al cultivo. Los más dañinos pertenecen a cuatro géneros; *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus* y *Nacobus*. En Centroamérica, se han encontrado todos los géneros, a excepción del último. De esta manera, ya se han reportado en la región: *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood y *M. hapla* Chitwood. Cabe señalar que estas especies poseen razas fisiológicas, es decir, poblaciones que difieren por su preferencia de hospedantes y reacción patogénica. Las especies y razas más comunes a nivel mundial pertenecen a *M. incognita* y *M. javanica* (80%). La raza I de *M. javanica* es la más común y de las pocas determinadas en Centro América.

Para programas de búsqueda de fuentes de resistencia es indispensable conocer la población de *Meloidogyne* con la que se trabaja. Con respecto a los otros géneros, *R. reniformis* Linford & Oliveira, *R. parvus* (Williams) Sher, *P. coffea* (Zimmerman) Filipjev & Stekhoven y *P. zae* Graham son las especies patogénicas que se han reportado en El Salvador, Honduras y Costa Rica.

Ciclo de vida

El ciclo de vida de los miembros del género *Meloidogyne* (Fig. 27) es esencialmente el mismo; sin embargo, la tasa de desarrollo depende significativamente de la temperatura y del hospedante. Los huevos se encuentran generalmente embebidos en una masa gelatinosa, la cual circunda la parte posterior de la hembra. Cuando eclosionan, ya los juveniles sufrieron su primera muda dando lugar a la formación del segundo estado juvenil, el cual es infectivo, vermiforme y móvil, pudiendo migrar e invadir nuevas raíces. Los juveniles que logran penetrar a través de la corteza de la raíz y establecerse, inducen la formación de agallas (Fig. 28). Mudan tres veces para dar origen a los adultos. La hembra crece paulatinamente a lo largo y ancho del eje de su cuerpo, desarrollándose en forma obesa, ya sea esférica o piriforme, de tamaño suficiente para ser visible a simple vista, ya que sobresale del tejido radical en forma de pequeños promontorios. En el caso de los machos, después de la última muda se da origen a un largo nematodo filiforme, más fácil de encontrar al final del ciclo del cultivo cuando predomina la reproducción sexual. Las hembras ovipositan un promedio de 500 a 1000 huevos, siendo la duración del ciclo de aproximadamente 3 semanas. En ciertas, condiciones los nematodos se re-

producen en forma asexual. Así, durante el ciclo del cultivo el nematodo produce varias generaciones, pudiendo incrementar su población en forma exponencial.

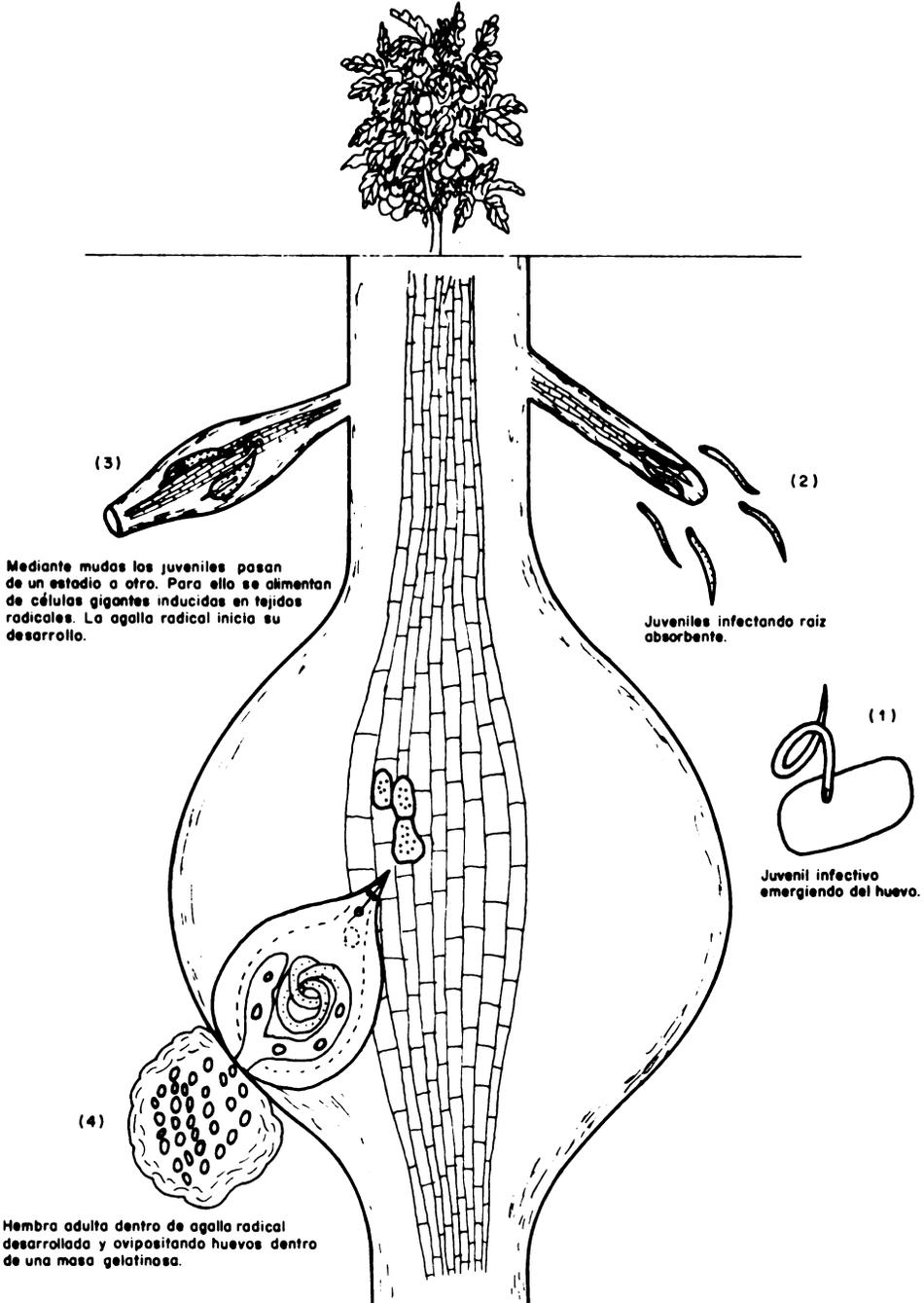


Figura 27. Ciclo de la vida de los nematodos del género *Meloidogyne* sp.

Signos del ataque

Los signos de las plantas atacadas por nematodos no son exclusivos, por lo que deben hacerse otras observaciones, como el tamaño y apariencia de las plantas (cloróticas, achaparradas, etc.) particularmente si muestran marchitez al medio día. Si la apariencia general del cultivo no es pareja y se observan áreas desiguales o "parches", hay que rectificar el diagnóstico por observación del sistema radical.

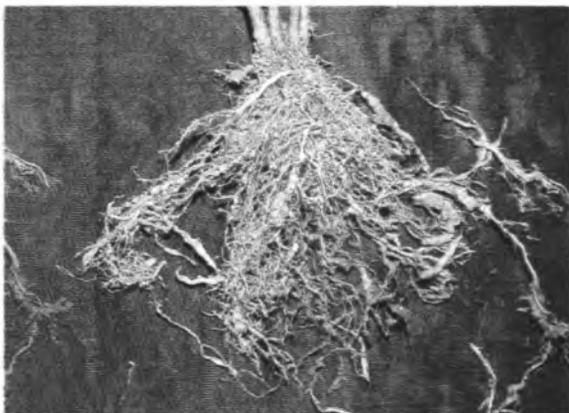


Figura 28. Agallas producidas en las raíces por el nematodo *Meloidogyne* sp.

Manejo

En Centro América, los productores de tomate dependen casi exclusivamente de nematicidas para combatir al nematodo nodulador. Muy pocos intentos se han hecho para desarrollar otras alternativas de naturaleza cultural o biológica. Existen varias tácticas que deben evaluarse en cada zona productora, ya que ninguna de tales tácticas por sí sola podría ser suficiente para garantizar un control efectivo bajo distintas condiciones.

Búsqueda de fuentes de resistencia

Se pretende encontrar germoplasma con la capacidad de soportar o reducir el ataque de nematodos. Aunque ya están disponibles muchas variedades de tomate resistentes a *Meloidogyne* spp., no debe suponerse que una variedad determinada responderá en forma idéntica cuando se expone a la presión de diferentes poblaciones de nematodos.

Exclusión de nematodos

Consiste en una serie de medidas destinadas a impedir la introducción de nematodos a un área hasta el momento libre de los mismos. Esto se logra mediante la aplicación de técnicas a base de termoterapia (tratamiento de partes vegetales con agua caliente), quimioterapia y/o el establecimiento de procedimientos legales (cuarentenas, certificación de plantas o sus partes, etc.).

Métodos culturales

Hay una gama relativamente amplia de prácticas que coadyuvan a minimizar el daño de los nematodos. Por ejemplo, el barbecho profundo en días calurosos, el mantener un terreno inundado con agua por varias semanas, el cambiar las fechas de siembra (para poner en desventaja a los nematodos cuando se disponga de cultivos que se desarrollen normalmente a temperaturas bajas que ellos no toleran). También se puede hacer uso de plásticos para cubrir el suelo; ya sea antes de la siembra (solarización) o con cultivo en pie ("acolchado"). Deben ensayarse plásticos oscuros o transparentes, ya que la conveniencia de su uso depende de las condiciones de cada lugar. Por ejemplo, en estudios preliminares se ha encontrado que los plásticos oscuros funcionan mejor en las condiciones de trópico húmedo que en las de trópico seco. Otra táctica útil consiste en aplicar enmiendas al suelo, mezclando compuestos orgánicos de origen vegetal como rastrojo de maíz, "cachaza", picado de crucíferas o de alfalfa; o compuestos de origen animal como estiércol y gallinaza. Se supone que las enmiendas incrementan las poblaciones de organismos antagónicos de nematodos o inducen condiciones des-

favorables para su desarrollo. En Costa Rica, Honduras y El Salvador se han obtenido excelentes resultados con el uso de gallinaza a razón de 10 ton/ha. Aunque algunos métodos o tácticas podrían controlar nematodos, su aplicación comercial dependerá de su conveniencia económica. Finalmente, uno de los medios más antiguos y eficaces contra fitonematodos es la rotación de cultivos, técnica que resulta más promisoría cuando la gama de hospedantes del nematodo es estrecha.

Control biológico y químico

A pesar de que desde hace varias décadas se conocen varios organismos parásitos y depredadores de nematodos como bacterias, hongos, ácaros etc., hasta la fecha no hay ejemplos del uso de uno o varios de ellos en forma comercial. El uso de plantas antagonistas también es una excelente alternativa, pero todavía dista de alcanzar niveles de aceptabilidad por parte de los productores.

La aplicación de nematicidas comerciales contra nematodos asociados al cultivo es el único medio de combate al alcance de la mayoría de los productores en Centro América. Los nematicidas más comúnmente utilizados son carbofuran (Furadan), etoprop (Mocap), fenamifos (Nemacur) y oxamil (Vydate).

Estos productos son granulados que se aplican en el suelo de varias maneras casi siempre al momento de la siembra. Dependiendo de las características físico-químicas de cada producto la mayoría actúa en la fase acuosa del suelo donde persisten por algún tiempo, pudiendo lixiviarse y con ello contaminar las aguas del subsuelo. Por este y otros problemas todos estos productos están clasificados como restringidos.

En Centro América se necesita mejorar formulaciones, dosis, métodos de aplicación, supervisión y capacitación con el propósito de utilizar los nematicidas en las condiciones más favorables de efectividad y seguridad.

4.3 Patógenos

Introducción

El tomate es un cultivo de altos riesgos fitosanitarios, especialmente por la incidencia y lo impredecible de las plagas, el alto costo de los insumos y la fluctuación de los precios del producto.

Las enfermedades del tomate son causadas por factores parasitarios y no parasitarios. En las primeras se encuentran las enfermedades de mayor importancia económica, causadas por hongos, bacterias y virus. Las no parasitarias (abióticas), se deben a condiciones críticas de humedad, sequía, temperatura, nutrimentos y fitotoxicidad.

En el caso de las enfermedades del tomate, las actividades de fitoprotección destinadas a lograr un producto de buena apariencia para el consumidor representan una pérdida económica apreciable, tanto por la disminución del rendimiento como por los costos variables de protección de este cultivo en Centroamérica.

Actividades fisiológicas afectadas por patógenos

El factor común en la definición de enfermedad es la condición de anormalidad fisiológica de la planta, generada por el ataque de patógenos. Algunos autores consideran que las enfermedades de las plantas se deben atribuir a cambios anormales en sus procesos fisiológicos

Por lo tanto, es necesario conocer la actividad fisiológica afectada por el patógeno o factor abiótico. Esto permite integrar los conocimientos sobre la anatomía y fisiología de la planta en las áreas de acción y deterioro observadas (Figura 30).

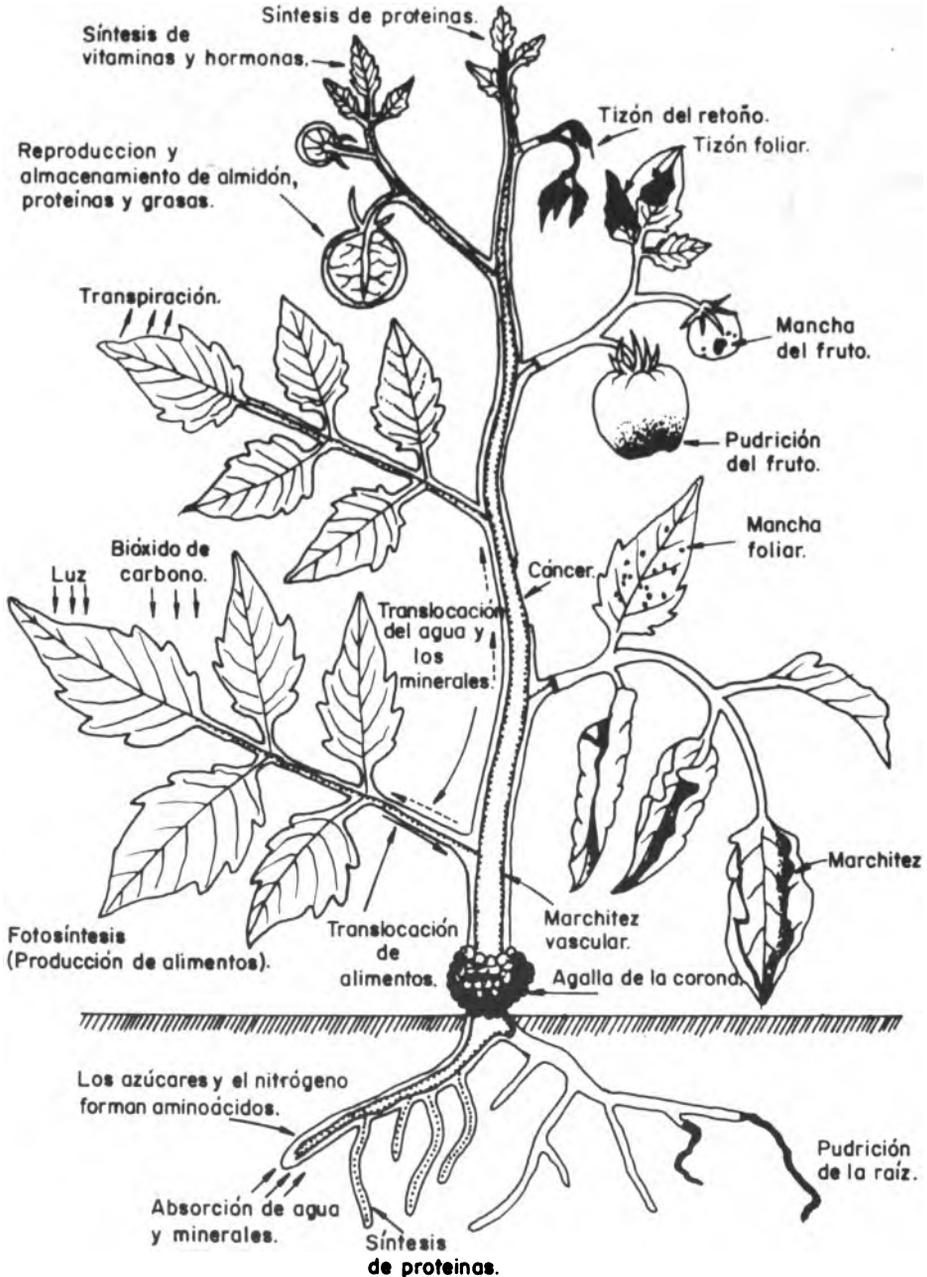


Figura 30. Esquema en el que se muestran las funciones básicas de una planta y la interferencia que sobre ellas ocasionan algunos tipos comunes de enfermedades (Agris, 1986).

Las cuatro actividades fisiológicas del tomate más afectadas por el ataque de patógenos y factores abióticos son las siguientes:

Absorción y traslocación de agua y nutrientes

La absorción involucra tejidos del sistema radicular y la base del tallo; la translocación, el xilema. En la interferencia de estas funciones se distinguen tres grupos de patógenos de acuerdo con el tipo de ataque que realizan:

-Hongos que causan pudriciones al sistema radicular y a la base del tallo de las plántulas: *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora parasitica*, *P. capsici*. Estos organismos atacan un amplio número de especies para lo cual disponen de una alta capacidad patogénica y saprofitica.

-Patógenos que se establecen en los tejidos corticales bien formados de la raíz y el tallo, produciendo pudriciones, necrosis y agallas: *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Erwinia carotovora*. Incluye organismos que causan daño a gran número de especies.

-Patógenos que causan el marchitamiento de las plantas al interferir con el transporte de agua y nutrientes por los haces vasculares: *Fusarium oxysporum* var *lycopersici*, *Pseudomonas solanacearum*, *Verticillium alboatrum*.

Fotosíntesis

El área foliar de las plantas puede ser invadida por diferentes tipos de hongos desde parásitos facultativos hasta altamente especializados. Igualmente se puede presentar el ataque de bacterias y virus. También se presentan clorosis, deformación y necrosis de las hojas por deficiencias o exceso de nutrientes, poda excesiva o fitotoxicidad provocada por agroquímicos, especialmente herbicidas.

Los patógenos se establecen internamente y producen la necrosis de los tejidos, como es el caso de los añublos, antracnosis y manchas foliares en general. Algunos de ellos también atacan el tallo. Los más conocidos son: *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*, *Corynespora cassiicola*, *Fulvia fulvum*, *Phytophthora infestans*, *Pseudomonas syringae* pv *tomato*, *Septoria lycopersici*, *Stemphylium solani*, virus del mosaico amarillo del tomate, virus del mosaico del tabaco, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

Formación y desarrollo de frutos

Una amplia gama de hongos parásitos interfieren con la formación y desarrollo de los frutos. También son comunes las bacterias, los virus y los factores no parasitarios como sequía, lluvias, temperatura, falta de calcio y fitotoxicidad por 2,4-D.

Los patógenos que causan manchas en los frutos de tomate son los siguientes: *Alternaria* spp, *Botrytis cinerea*, *Clavibacter michiganensis*, *Corynespora cassiicola*, *Phytophthora infestans*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, virus del mosaico del tabaco, virus del mosaico amarillo del tomate, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. La presencia de grietas radiales y circulares en los frutos, así como deformaciones y arrugamientos, son causadas por diversos factores abióticos.

Las pudriciones de los frutos se deben especialmente a los siguientes hongos y bacterias: *Alternaria alternata*, *Phytophthora parasitica*, *Phoma destructiva*, *Rhizoctonia solani* y *Erwinia carotovora*. La falta de Ca a intervalos distanciados de riego produce la pudrición terminal del fruto.

Maduración de frutos en postcosecha

En postcosecha, los frutos, pasan a partir de su madurez fisiológica a una maduración posterior y senescencia que permite el ataque de un gran número de hongos que actúan como parásitos y saprofitos y de bacterias que causan pudriciones. Los organismos causales son los mismos mencionados en las pudriciones de frutos. El manejo deficiente en la cosecha, selección, empaque, transporte y almacenamiento, favorece el ataque de estos patógenos.

Principales enfermedades del tomate en América Central

En América Central se presentan enfermedades causadas por los patógenos ya mencionados; algunas de ellas son importantes en áreas restringidas, tal es el caso de la mancha foliar producida por *Corynespora cassiicola*, presente en Los Santos, Panamá o el mosaico amarillo del tomate, de reciente identificación en Centroamérica. En otros casos las enfermedades se encuentran ampliamente diseminadas; de éstas las más importantes son: tizón temprano (*Alternaria solani*), tizón tardío (*Phytophthora infestans*), el virus del mosaico del tabaco (VMT), el virus Y de la papa (VYP), marchitez bacterial (*Pseudomonas solanacearum*), marchitez fungosa (*Fusarium oxysporum*) y la pudrición suave del fruto (*Erwinia carotovora*). De las no parasitarias, la pudrición terminal del fruto es un factor limitante donde hay deficiencias de Ca y riego, como en el caso del cultivo de tomate industrial en Panamá, donde se informa de pérdidas superiores al 20%.

Hongos

Pythium spp y *Rhizoctonia* spp, mal del talluelo

Este problema es común en todas las áreas tropicales en donde se cultiva chile y tomate. Los hongos *Pythium* spp y *Rhizoctonia* spp. se desarrollan con mayor facilidad en suelos húmedos, mal drenados o compactos. Las plántulas que superan la etapa de desarrollo de dos o tres hojas sin ser atacadas, no son susceptibles posteriormente.

El mal del talluelo puede ser emergente o post-emergente. En el primero la plántula no alcanza a emerger del suelo, mientras que en el segundo los tallos a nivel del suelo presentan un adelgazamiento y necrosis de los tejidos y se doblan. En semilleros, la enfermedad presenta una distribución en pequeños parches.

En el caso de semilleros se recomienda una desinfección del suelo con dazomet o bromuro de metilo. Los semilleros deben estar en sitios no húmedos o mal drenados.

Cuando se hace siembra directa, conviene aprovechar las épocas de temperaturas altas del suelo, cuando las plantas desarrollan con más rapidez y vigor. El uso de protectores de semilla es efectivo en la reducción de la incidencia del mal del talluelo, del que no se conoce resistencia en tomate y chile.

Alternaria solani (Ellis et Martin) Soraver, tizón temprano (Fig. 31).

El tizón temprano, causado por el hongo *Alternaria solani*, es una enfermedad muy común en muchos tipos de plantas en todo el mundo. Es de importancia económica en la región centroamericana por la disminución que causa en la producción de tomate, los costos de su control y su amplia diseminación.

Síntomas

Por lo general, la enfermedad aparece en forma de manchas foliares irregulares constituí-

das por anillos concéntricos. Las manchas pueden alcanzar 1.5 cm y se pueden volver coalescentes; también puede ocasionar el ahogamiento de plántulas y manchas hundidas con círculos concéntricos en tallos, pedúnculos y frutos (Fig. 31). Los frutos son generalmente afectados cuando se aproximan a la madurez. Las manchas tienen un color que varía de marrón a negro y pueden ser pequeñas, profundas y con bordes bien definidos, o bien pueden extenderse y cubrir la mayor parte del fruto. Tienen una consistencia coriácea y una capa superficial aterciopelada y de color negro constituída por esporas e hifas del hongo.

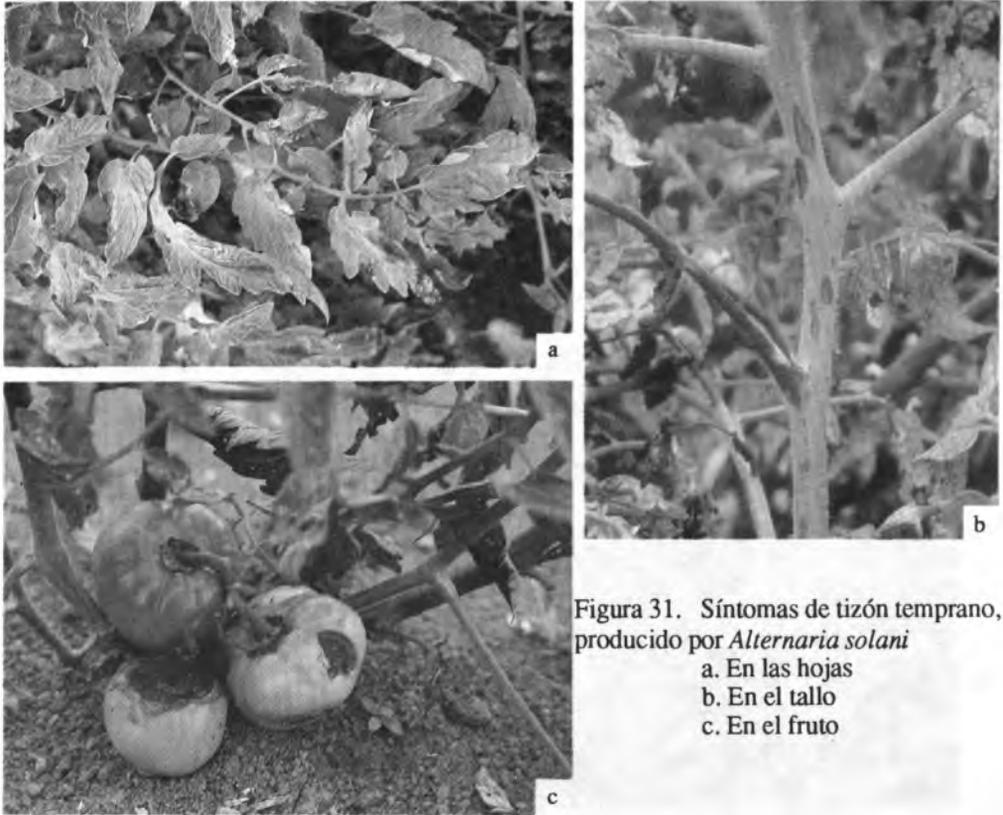


Figura 31. Síntomas de tizón temprano, producido por *Alternaria solani*
 a. En las hojas
 b. En el tallo
 c. En el fruto

El hongo es un patógeno de semilla, por lo que puede dispersarse a largas distancias. En el campo, la diseminación del hongo generalmente se realiza por el viento, favoreciéndose con la presencia de humedad y temperatura alta. Las esporas germinadas penetran los tejidos de la planta en forma directa o a través de heridas.

La presencia de daño físico o por insectos facilita la entrada del hongo. La enfermedad se inicia en la hojas inferiores y, de acuerdo con las condiciones ambientales, puede progresar lenta o rápidamente hacia el follaje superior.

Cuando se presenta un ataque fuerte la planta se defolia, disminuye el área fotosintética y los frutos sufren quemaduras, al quedar expuestos al sol.

Manejo

El tizón temprano se controla principalmente haciendo uso de semillas tratadas o libres de enfermedad, o por aspersiones con fungicidas como el clorotalonil, maneb o una mezcla de maneb y zinc. Al llevar material al campo las aspersiones deben iniciarse al emerger las plántulas o al transplante y deben repetirse a intervalos de 1 a 2 semanas dependiendo de la preva-

lencia de la enfermedad y de la intensidad y frecuencia de las lluvias. Otra práctica muy importante es la rotación de cultivos, la eliminación y quema de los restos de plantas infectadas y la erradicación de malezas. Estas prácticas ayudan a disminuir la cantidad de inóculo que pudiera infectar a las nuevas plantas susceptibles. También son importantes la nutrición de la planta y el uso de variedades resistentes. El proyecto MIP del CATIE ha encontrado que la aplicación de 1.0 a 2.5 toneladas de cal por ha. es aconsejable para el manejo de la enfermedad y la producción del cultivo.

***Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder et Hansen, marchitez fungosa (Fig. 32).**

Esta enfermedad se ha observado en Guatemala, Honduras y Panamá.

Síntomas

Las plantas presentan un amarillamiento de las hojas inferiores. Pueden presentar una parte afectada y la otra completamente sana. Un corte transversal del tallo revela una decoloración de los tejidos cercanos a la corteza y correspondientes a los haces vasculares (Fig. 32). Cuando las plantas logran sobrevivir, sus frutos son pequeños y de mala calidad.

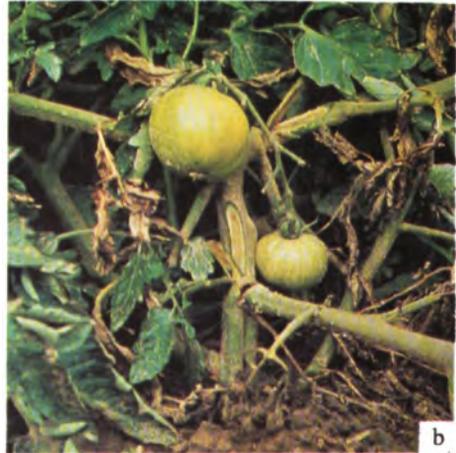


Figura 32. Marchitez fungosa, causada por *Fusarium oxysporum*.
a. Síntomas en el follaje
b. Síntomas en el tallo

Epidemiología

El hongo vive en el suelo y puede ser diseminado por agua de riego o por vientos fuertes. La humedad del suelo tiene gran influencia sobre su desarrollo, de manera similar a los dos patógenos anteriores. La enfermedad no es conocida en condiciones de buen drenaje de suelos con riego bien controlado, pero puede ser severa bajo condiciones de suelos con mal drenaje y humedad excesiva.

Manejo

No establecer semilleros en áreas donde se ha presentado la enfermedad. El uso de variedades resistentes es el método de manejo más aconsejable.

Phytophthora infestans (Montagne) de Bary, tizón tardío (Fig. 33).

Es otra enfermedad fungosa ampliamente difundida y de importancia económica en Centroamérica por sus características epidémicas, los costos de control y disminución en la producción. El agente causal es el hongo *Phytophthora infestans*.

Síntomas

La enfermedad se puede presentar en cualquiera de las partes de la planta con excepción de las raíces. El tizón tardío se manifiesta inicialmente con apariencia de manchas acuosas circulares e irregulares ubicadas en las puntas o bordes de las hojas inferiores. Bajo condiciones de mucha humedad las manchas se extienden rápidamente y forman zonas pardas atizonadas, con bordes irregulares. En el borde de la lesión, en el envés de la hoja, se forma una zona blanca constituida por hifas del hongo. Posteriormente, los folíolos son cubiertos en su totalidad por la infección y mueren. En presencia de una humedad alta y prolongada, todos los tejidos tiernos y aéreos se marchitan y pudren con rapidez. Los frutos de tomate no se infectan a menos que el follaje sea afectado primero. El fruto también presenta manchas acuosas de color verde grisáceo que pueden cubrirlo totalmente. En ataques tempranos el hongo puede formar un anillo alrededor del tallo tierno, causándole la muerte en corto tiempo.

Epidemiología

El hongo puede diseminarse por el viento o por el trasplante de plántulas. Siendo el hongo *P. infestans* común en papa y tomate, es importante saber que la infección en tomate, en algunos casos, podrían generarse razas del hongo que afectan tanto papa como tomate. En otros casos las razas son específicas.

El tizón puede destruir totalmente todas las plantas de una zona de cultivo al cabo de una o dos semanas cuando las condiciones de clima y suelos son favorables y, desde luego, cuando no se aplica ningún método de control.

Manejo

Las aspersiones con maneb, mancozeb y clorotalonil dan un buen control preventivo y se pueden alternar con el fungicida sistémico metalaxil cuando la presión del inóculo se incrementa. Es aconsejable agregar un adherente para garantizar una protección más duradera. Esta medida se puede combinar con materiales que tengan resistencia, con lo que se logra disminuir el número de aplicaciones de fungicidas.

Sclerotium rolfsii Sacc., pudrición del cuello (Fig. 34).

Es una enfermedad presente en áreas de producción de El Salvador y Guatemala.

Síntomas

Las plantas exhiben una marchitez gradual. La base del tallo se va secando y en su superficie se observa un micelio blanco. En algunos casos, se observan esclerocios blancos o achocolatados sobre las lesiones (Fig. 34).

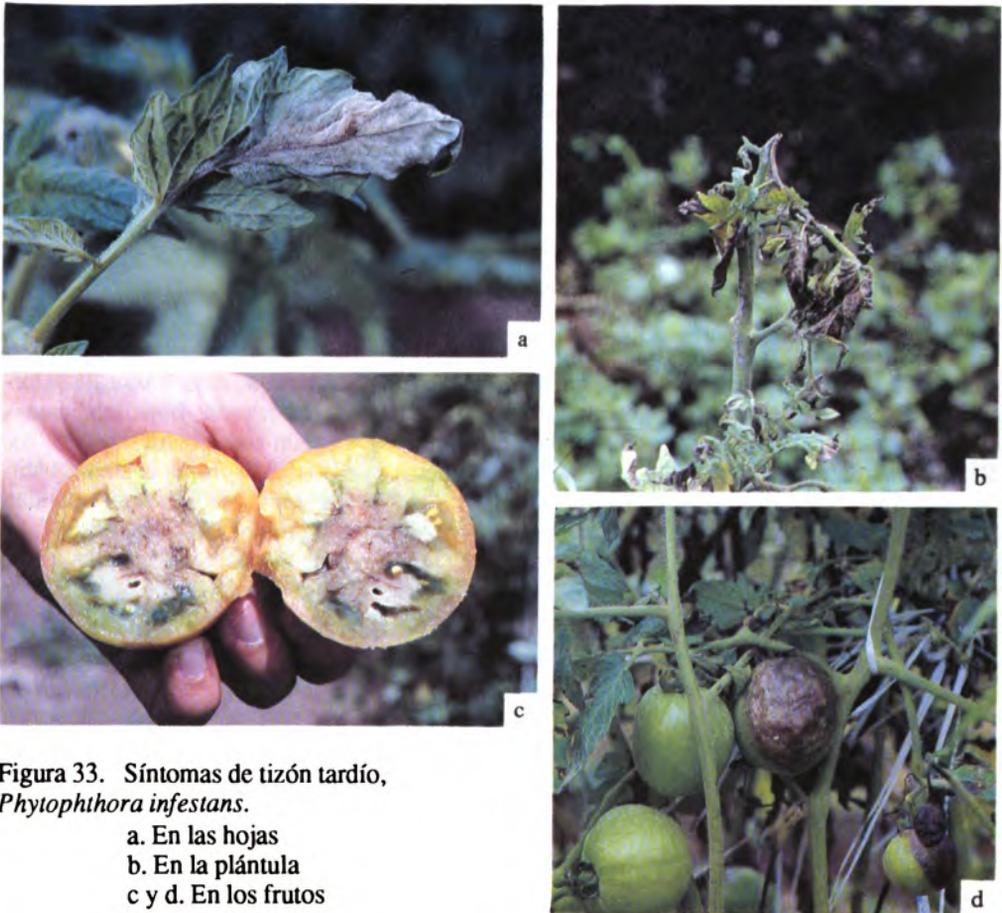


Figura 33. Síntomas de tizón tardío, *Phytophthora infestans*.

- a. En las hojas
- b. En la plántula
- c y d. En los frutos



Manejo

Esta enfermedad, se maneja mediante acciones tales como: eliminar las plantas enfermas, efectuar limpiezas y aporques cuando las malezas están pequeñas y realizar rotaciones por dos años con cultivos no hospedantes como maíz o sorgo. El manejo adecuado de riego ayuda a prevenir la enfermedad.

Figura 34. Pudrición de la base del tallo de tomate, causada por *Sclerotium rolfsii*. Nótese el desarrollo algodonoso del micelio y la presencia de los esclerocios de color achocolatado.

***Corynespora cassicola* (Berkeley et Curtis) Wei, mancha de la hoja.**

Esta enfermedad se considera de importancia económica en las áreas productoras de tomate de la Provincia de Los Santos en Panamá. El agente causal, el *Corynespora cassicola*, puede afectar tanto el área foliar como los frutos, disminuyendo su potencial de producción e incrementando los costos de control.

Síntomas

Las hojas desarrollan pequeñas manchas de color pardo oscuro que aumentan de tamaño a más o menos 5 mm, estando rodeadas de un halo amarillo. Las primeras manchas son de mayor tamaño, como resultado de la coalescencia de las manchas individuales, y generalmente conducen al secamiento total de la hoja. La lesión tiene un aspecto similar a una huella digital. Los frutos y flores presentan manchas blancas que se agrandan y ennegrecen.

Epidemiología

El hongo tiene como hospedantes a gran número de plantas cultivadas y malezas, desde las cuales puede iniciarse la diseminación de esporas por el viento y la lluvia. El tiempo húmedo favorece el desarrollo de la enfermedad.

Manejo

Se recomienda usar distancias de siembra que permitan una aereación adecuada. En Panamá se ha encontrado que los productos químicos de mayor eficiencia en su control son clorotalonil, mancozeb y benomil.

***Stemphylium solani* Weber, mancha gris de la hoja.**

Es una enfermedad del follaje y tallo, que no afecta los frutos. Se presenta en manchas pequeñas de color marrón grisáceo que, por su tamaño, pueden confundirse con manchas de naturaleza bacterial. En estados avanzados de la enfermedad, las hojas se tornan amarillas y se marchitan.

El manejo de la enfermedad es similar al del tizón tardío.

***Fulvia fulvum* (Cooke) Ciferri, moho de la hoja.**

Es una enfermedad de amplia distribución en Panamá y El Salvador, conociéndose también como mancha chocolate, mancha gris y mildew veloso. Este moho, hasta hace, poco estaba clasificado como *cladosporium fulvum* Cooke.

Las hojas presentan áreas amarillentas irregulares. En el envés se desarrolla un moho denso de color verde oliva que corresponde a las fructificaciones del hongo. Las hojas atacadas mueren prematuramente. La enfermedad se incrementa fácilmente en épocas lluviosas y temperatura moderada.

Para el manejo de este hongo se hacen aplicaciones de maneb, clorotalonil, benomil y compuestos cúpricos. Se aconseja podar parte del follaje para permitir una mejor aireación.

Bacterias

***Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith, marchitez bacterial (Fig 35).**

La marchitez bacterial del tomate es causada por *P. solanacearum*, razas 1 y 3. Esta bac-

teria es endémica de áreas tropicales y subtropicales, constituyendo uno de los principales obstáculos de la producción de tomate en estas regiones. Es un factor limitante del cultivo en toda la región, exceptuando Guatemala y Nicaragua.

Síntomas

El ataque se puede presentar entre la fase de 5-8 hojas y al inicio de la cosecha. Una marchitez abrupta es el síntoma común. En plantas jóvenes la muerte es muy rápida; la marchitez se inicia en las hojas inferiores, a menudo de un solo lado de la planta pero en pocos días la abarcan por completo sin dar tiempo a que se produzca clorosis. Al realizar cortes del tallo, se nota el oscurecimiento de los conductos vasculares. Si se colocan estos tejidos en agua, principalmente de la raíz o de la parte basal del tallo, en 1-3 minutos se observa un exudado lechoso, que es signo inequívoco de la masa bacteriana y de los exudados depositados en el xilema de la planta.

Es muy frecuente observar la marchitez en hileras debido a que las bacterias salen de las raíces de las plantas infectadas y penetran a las de plantas sanas adyacentes.

En estados avanzados de la enfermedad la médula se necrosa y el tallo se pudre, lo cual se puede confundir con tallo hueco. La rapidez del marchitamiento, la ausencia de clorosis y la no pudrición de la médula en etapas intermedias de desarrollo, caracteriza la marchitez bacteriana y la distingue de los síntomas de ataque por *Fusarium* y *Verticillium*.

Epidemiología

P. solanacearum es primariamente un patógeno habitante del suelo. La raza 1 puede sobrevivir indefinidamente como organismo de vida libre o en la rizosfera de las plantas, localizándose en muchos casos hasta una profundidad de 70 cm. Se ha determinado que esta raza puede sobrevivir por seis años en condiciones de barbecho y por más de 10 años en suelos cultivados con plantas no susceptibles. La bacteria penetra por heridas de las raíces causadas por insectos, nemátodos o el hombre. En condiciones muy favorables puede penetrar a nivel de hendiduras donde emergen las raíces secundarias. Después de penetrar, la bacteria llega a los vasos del xilema en donde se propaga en la planta. En estados avanzados, la bacteria infecta los espacios intercelulares de las células parenquimatosas de la corteza y médula, degradando las paredes celulares, formando cavidades con masas mucilaginosas de bacteria y restos de células.

El patógeno es altamente destructivo en ambientes húmedos y cálidos (más de 28°C). La incidencia de la enfermedad aumenta en suelos con drenaje deficiente. Asimismo, el patógeno puede atacar especies pertenecientes a 25 familias, muchas de ellas cultivadas, tales como papa, tabaco, maní, berenjena, banano y soya. En terrenos infestados la pérdida de plantas puede



Figura 35. Marchitez bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*.
a. Planta con marchitez irreversible
b. Estado final de la planta infectada

llegar hasta un 50% o más, dependiendo principalmente de la distribución de las bacterias en el suelo y de las condiciones de humedad.

La diseminación de la enfermedad se realiza por salpique y por el arrastre superficial producidos por la lluvia y el agua de riego; también por las herramientas, materiales y equipos agrícolas (tractores, arados, tutores); por el trasplante de plantas infectadas en el almácigo o por prácticas culturales tales, como la poda o deshije o el amarre de las plantas.

Manejo

La forma más eficaz y barata de manejo es el uso de cultivares resistentes; la resistencia ha sido identificada en cultivares desarrollados o seleccionados en Hawaii, India, Panamá, Guadalupe, Carolina del Norte y en Taiwán. A pesar de que se ha identificado gran cantidad de materiales, pocos reúnen características de resistencia con aceptable tamaño o forma de fruto.

El Proyecto MIP-CATIE, a partir del año 86, inició un programa de selección por resistencias a patógenos e intercambio de materiales a nivel centroamericano, con la finalidad de utilizar y evaluar los materiales promisorios existentes en el área centroamericana (Costa Rica, Panamá y El Salvador); además, introducir las líneas promisorias y nuevas de diferentes compañías dedicadas a la producción y comercialización de semillas hortícolas.

Se han identificado 30 líneas con resistencia a *Pseudomonas solanacearum*, las cuales se han distribuido para ser probadas en diferentes regiones de Centroamérica. Los cultivares más promisorios para mesa son: 14557, Dina-Guayabo, Tropigrama 3, Tropigrama 5, CR-3, CR-7, CH-1; para industria: 117-21, 117-23, 116-4, 115-1 y 115-9.

Para lograr estabilidad en la producción se considera necesaria la obtención de nuevos materiales que reemplacen aquellos que van perdiendo resistencia.

El combate cultural de la enfermedad es bastante errático en condiciones del trópico húmedo, debido a que en estas condiciones la bacteria persiste fácilmente en el suelo desnudo por largos períodos. Además, las bacterias pueden sobrevivir en la rizosfera de plantas compuestas, solanáceas y leguminosas, lo que explica la ineffectividad de las rotaciones de cultivos o de la eliminación de plantas hospedantes.

Las rotaciones de cultivos en condiciones del trópico seco sí son efectivas, lo que depende de la duración del período seco. Se ha determinado que en lugares con alta incidencia de marchitez, la enfermedad se puede reducir a niveles poco significativos mediante rotaciones con gramíneas, por dos años consecutivos, siempre y cuando se dé el período normal de sequía.

Antes de sembrar un cultivar susceptible, es necesario desinfectar el suelo del semillero; además, evitar los terrenos en donde anteriormente hubo infección. Si la enfermedad se presenta en condiciones de campo, erradique las plantas enfermas y aplique formalina o una solución de caldo bordelés en el sitio de siembra. Asimismo, es importante mantener la plantación con un drenaje eficiente.

Erwinia caratovora subsp. *caratovora* (Jones) Bergey et al., pudrición bacteriana del tallo (tallo hueco, mal del carrizo) (Fig. 36).

Esta enfermedad es bastante común en Costa Rica, Panamá y Honduras durante épocas calientes y húmedas. Su incidencia es por lo general relativamente baja, excepto en condiciones de excesiva humedad y suelos con mal drenaje, en donde puede desarrollarse una severa epifitía.

Síntomas

La enfermedad se presenta en tomates con buen desarrollo y en la fase de llenado de frutos. El primer síntoma es un amarillamiento de las hojas que progresa de abajo hacia arriba; en el tallo se notan rajaduras y manchas oscuras elongadas; al cortar el tallo se observa una pu-

drición acuosa en la médula, oscura, y de olor penetrante. La infección progresa en forma ascendente. El límite entre el tejido sano y el enfermo es bien marcado.

Epidemiología

La bacteria causal, *Erwinia carotovora*, es habitante de la mayoría de los suelos. Presenta un amplio rango de hospedantes y se caracteriza por producir podredumbres suaves. Las familias más susceptibles son las solanáceas, crucíferas, compuestas y umbelíferas.

La bacteria penetra a través de heridas en el tallo, las cuales se hacen en las operaciones de cultivo (deshoja, poda de hijos, etc.) o mediante insectos cortadores, o perforadores. La infección se da cuando la humedad relativa es muy alta y cuando existe agua libre sobre los tejidos. La temperatura no es factor limitante, aunque a temperaturas superiores a 26°C la enfermedad puede ser crítica por su corto período de incubación. La bacteria se disemina por salpique, lavado de tejidos afectados, riego por gravedad y mediante las herramientas al podar o deshojar la planta.

Manejo

Las medidas de manejo son principalmente culturales. Se recomienda evitar heridas en condiciones de alta humedad, no sembrar en suelos cultivados en el ciclo anterior con crucíferas o solanáceas, sobre todo con papa, *Solanum tuberosum*. Utilizar suelos con buen drenaje y evitar excesos en la fertilización nitrogenada.



Figura 36. Tallo hueco, causado por *Erwinia carotovora*
a. Etapa inicial
b. Etapa final

Erwinia spp., podredumbre blanda bacteriana, (Fig. 37).

Esta enfermedad es importante por las pérdidas que causa tanto en el cultivo como durante el transporte, depósito y comercialización. A nivel de campo las pérdidas oscilan entre 10-20% en el área centroamericana, lo cual también corresponde a las pérdidas que causan en las operaciones de post-cosecha.

Sintomatología

Los síntomas se inician como una mancha húmeda, opaca, en la superficie del fruto verde, luego externamente la lesión se arruga, mientras que la podredumbre avanza en el interior transformando los tejidos en una masa blanda, acuosa e incolora. Mientras la epidermis permanece intacta, el fruto podrido cuelga como una bolsita llena de agua, hasta que finalmente se rompe.



Figura 37. Pudrición del fruto, causada por *Erwinia carotovora*.

a. Etapa inicial

b. Etapa final

Los síntomas iniciales aparecen a menos de 24 horas de la penetración de las bacterias, siendo la destrucción de los frutos muy rápida; los frutos maduros son también atacados, pero en ellos la podredumbre se desarrolla en forma muy lenta.

Epidemiología

Las bacterias penetran a través de heridas ocasionadas por insectos y otros agentes. Se diseminan por los insectos, lluvia, agua de riego, viento, herramientas y la acción del hombre. Además, la bacteria vive epífitamente sobre la superficie del fruto y el follaje de la planta. Sobrevive en residuos de cosecha, así como en el suelo mismo, ya que presenta buena capacidad de competencia saprofítica.

Períodos críticos para el ataque de la enfermedad son aquellos de alta precipitación y temperatura calurosa (mayor de 24°C), ya que la población epífita se maximiza en estas condiciones. Además, el fruto presenta un alto contenido de agua, que lo hace más susceptible a heridas mecánicas o de insectos. Asimismo, las condiciones de alta fertilización con nitrógeno favorecen el desarrollo de la epifiticia.

Se ha determinado que la pudrición suave en Centro América es causada por varias especies de *Erwinia* entre ellas: *E. carotovora*, *E. carotovora* subsp. *carotovora*, *E. carotovora* subsp. *atroseptica* y *E. chrysantemi*.

Manejo

Para combatir esta enfermedad se aconseja mantener los cultivos en buen estado sanitario, para lo cual se deben controlar los ataques de insectos y eliminar los frutos enfermos de la plantación. En lugares donde se han producido ataques severos de podredumbre blanda bacteriana es conveniente la destrucción inmediata de los residuos de cosecha, efectuando rotación con maíz, frijol o soya.

Al manipular los frutos, se debe evitar en lo posible causarles heridas que facilitan la penetración de la bacteria; los lugares de empaque o almacenamiento deben ser ventilados, limpios y desinfectados. Si se puede regular la temperatura, 0-4°C es la óptima para impedir el desarrollo de la enfermedad en frutos cosechados. Si el fruto debe de lavarse, una solución de 25 ppm de hipoclorito de sodio elimina las bacterias que causan podredumbre del agua, aunque este enjuague no detiene la infección iniciada antes del lavado.

***Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* (Doidge) Dye, mancha bacteriana, (Fig. 38).**

Esta enfermedad se presenta esporádicamente en Centroamérica, principalmente en épocas cálidas y húmedas en El Salvador, Costa Rica y Panamá; en el trópico húmedo puede ser problemática entre mayo y julio. Presenta gran variabilidad en cuanto a su patogenicidad; algunas razas atacan solamente al tomate; otras atacan indistintamente a chile y tomate. Se han identificado hospedantes alternos, principalmente malezas pertenecientes a las solanáceas y brasicáceas.

Síntomas

El patógeno puede causar daños considerables a hojas y tallos especialmente en el estado de plántula; su característica más importante, sin embargo, es su efecto sobre los frutos, los cuales son susceptibles en las primeras etapas de desarrollo (diámetro menor que 15 mm). Los síntomas iniciales sobre el follaje son manchas circulares de borde oscuro, centro traslúcido, de menos de 3 mm de diámetro; más tarde las lesiones se vuelven angulares de color pardo y por lo general el centro de las manchas se cae. En el tallo se observan lesiones necróticas circulares de color marrón.

Lo más típico de la enfermedad lo constituyen los síntomas sobre fruto verde. Estos consisten en pequeñas manchas acuosas con un halo blanco verduzco que se extiende hasta alcanzar un diámetro de 3-6 mm. Más tarde, las manchas pierden el halo, se vuelven negras, ligeramente hundidas y la superficie se torna áspera y costrosa.

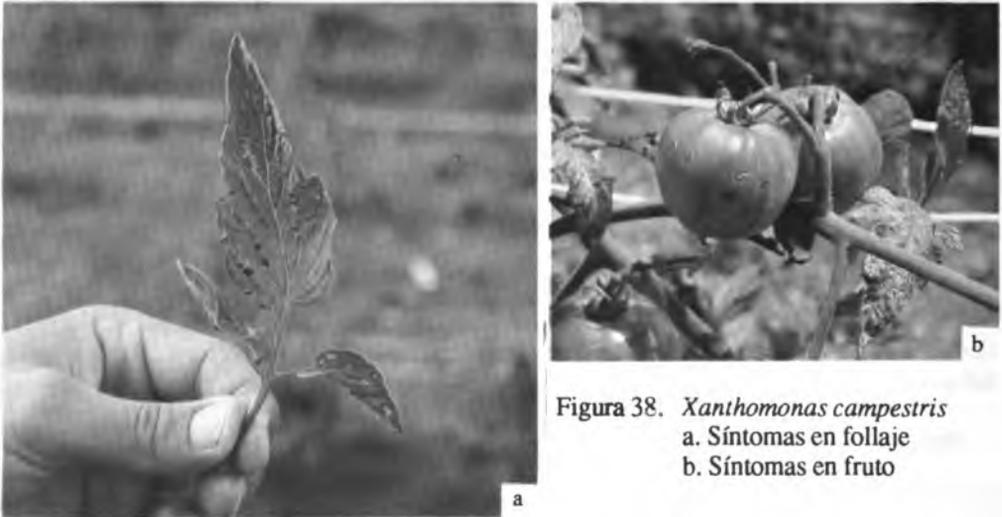


Figura 38. *Xanthomonas campestris*
a. Síntomas en follaje
b. Síntomas en fruto

Epidemiología

El desarrollo de la enfermedad es favorecido por un ambiente húmedo y una temperatura entre 25-30°C, (óptimo 27°C). En el trópico centroamericano, la época de invierno, o en el verano cuando se riega por aspersión, proveen las condiciones apropiadas para el ataque de mancha bacteriana. El patógeno se disemina por viento húmedo, por salpique de lluvia y penetra a las hojas a través de estomas y heridas. En los frutos la penetración se da a través de heridas.

La bacteria sobrevive en el suelo, asociada con residuos de tomate enfermo que persisten entre los cultivos, o bien como epífita de la rizosfera o filosfera de plantas voluntarias, o en

hospedantes alternos. Una fuente importante de inóculo primario es la semilla, ya que en su superficie la bacteria puede persistir por períodos de 10 años, aun en semillas secas y aireadas.

Manejo

Hasta el presente no se han encontrado cultivares con resistencia a esta bacteria, aunque sí se observan en el campo diferencias entre cultivares en cuanto a su susceptibilidad. La enfermedad, una vez establecida, es difícil de controlar, de ahí que debe de hacerse todo lo posible para evitarla. La estrategia de exclusión comprende el uso de semilla libre del patógeno; si se sospecha la presencia de la bacteria en la semilla, se debe tratar antes de la siembra con hipoclorito de sodio al 1% por un minuto. Si se utiliza trasplante, desinfectar el semillero para obtener plántulas libres de la bacteria.

A nivel de campo deben practicarse medidas sanitarias tales como la eliminación de residuos de cosecha, la de plantas voluntarias y hospedantes alternos. Asimismo, en áreas donde está presente la enfermedad se recomienda una rotación de cultivos a gramíneas y barbecho, al menos por 1-2 años.

En fases iniciales de la epifitía en el campo, la enfermedad puede ser controlada mediante aspersiones de cobre metálico (sulfato de cobre tribásico o hidróxido de cobre) en asocio con productos orgánicos a base de Mn (maneb o mancozeb). La diferencia del tratamiento depende de las condiciones de baja humedad que siguen a las aplicaciones, ya que en ambientes muy húmedos las aplicaciones de estos productos no detienen la enfermedad.

Pseudomonas syringae pv *tomato* (Okabe) Young *et al.*, pringue bacteriano, peca bacteriana (Fig. 39).

Esta enfermedad aparece periódicamente en Centroamérica y constituye un problema en plantaciones jóvenes expuestas a baja temperatura (menor a 21°C) y a alta precipitación y/o riego por aspersión. El período crítico de ataque es la etapa entre 3-5 hojas verdaderas a frutos verdes. En ataques tempranos el patógeno puede detener por completo el crecimiento de la planta. En Costa Rica, la incidencia de la enfermedad se ha correlacionado en forma preliminar con deficiencias de calcio y magnesio o en plantas donde la relación Ca:Mg:K no es la óptima.

Síntomas

El patógeno puede atacar cualquier parte de la planta, aunque el ataque al follaje es lo más común en condiciones de la región. En las hojas aparecen manchas marrón o negras, de borde irregular y rodeadas de halo clorótico. En lugares de alta precipitación, las manchas se concentran en los márgenes de los folíolos donde el agua se almacena, produciéndose una lesión necrótica de borde irregular, rodeada también de halo clorótico; estas lesiones pueden ocurrir también en el tallo y pecíolo. En estados tempranos de la enfermedad se puede confundir con ataque de *Stemphyllium* y *Septoria*.

Sobre los frutos verdes se observan manchas irregulares de color marrón de forma irregular y de apariencia grasosa, de 2-3 mm de diámetro, siendo el número de lesiones por fruto el índice para desecharlos. Las lesiones son muy superficiales y pueden ser extraídas con la uña.

Epidemiología

La enfermedad se desarrolla en épocas caracterizadas por temperatura baja (19-21°C) y alta humedad relativa (mayor 80%), necesitándose un día nublado y agua libre en la superficie de la hoja para que las bacterias penetren a través de heridas y estomas.

Diferentes estudios indican que la bacteria puede sobrevivir en la rizosfera y filosfera de gran cantidad de especies, muchas de las cuales pertenecen a las solanáceas, compuestas y brasícaas. Puede sobrevivir en la hoja de tomate por prolongados períodos, aun en ambientes

adversos; cuando la temperatura y humedad son favorables, esta población epífita residente se multiplica e infecta las plantas. Por otra parte, la bacteria es incapaz de sobrevivir en el suelo como organismo de vida libre, pero sí sobrevive por más de un año en residuos vegetales. Además, puede establecerse en la superficie de la semilla de tomate.

Manejo

Los programas de control deben dirigirse hacia la erradicación y la exclusión, dado que no existen niveles adecuados de resistencia en cultivares comerciales.

El uso de semilla libre de las bacterias elimina en gran parte los daños potenciales de la enfermedad; por ello, lo más aconsejable es obtener la semilla de climas secos con irrigación por gravedad. Si esto no es posible, es necesario curar la semilla, ya sea en la extracción o antes de la siembra. La cura en la extracción consiste en fermentar la semilla más la pulpa por 72-96 horas antes de lavarla y secarla. Para la cura antes de la siembra se sumerge la semilla en una solución del 1% de hipoclorito de sodio por tres minutos; otra metodología es mantener la semilla en remojo por 30 minutos a 56°C.

El uso de semilla sana debe complementarse con el de semilleros con suelo estéril. Debido a los mecanismos de supervivencia de esta bacteria, el inóculo que constituye la población epífita sobre plantas voluntarias debe eliminarse, así como implementar un sistema de rotación con gramíneas por períodos no menores de dos años.

Si la enfermedad se está desarrollando en el campo, las aplicaciones regulares de mancozeb + cobre metálico (hidróxido de cobre o sulfato de cobre tribásico) pueden dar un efectivo control. Para maximizar su efectividad, las aplicaciones deben iniciarse tan pronto como la enfermedad sea detectada. Las aplicaciones de químicos tienden a ser menos efectivas durante lluvias continuas o ambiente muy húmedo, cuando la enfermedad es altamente destructiva.

Los antibióticos han mostrado ser eficaces, sin embargo, debe evitarse su uso. Se han encontrado cepas resistentes de la bacteria en ciclos muy cortos de aspersión con estreptomycin y terramicina. Asimismo, debido al uso de estos antibióticos en la salud humana, es preferible evitar su aplicación en cultivos hortícolas en donde puede inducir bacterias altamente resistentes a antibióticos que pueden ser problemáticos para el hombre en el futuro. Si es necesario usar estos antibióticos en tomate, se aconseja usarlos sólo una vez por ciclo, principalmente en el estado de plántula.



Figura 39. *Pseudomonas syringae*, síntomas en follaje de tomate

Clavibacter michiganense (Smith) Davis *et al.*, cáncer bacteriano.

Introducción

Esta enfermedad ha producido pérdidas considerables en tomate cultivado por trasplante en Australia, Europa y en Norte y Sur América. En Centroamérica, la enfermedad ha sido re-

gistrada únicamente en Costa Rica. A pesar de ello, la bacteria no es problema en este país; hasta la fecha no se conocen informes de un ataque severo, aun en regiones aptas para su aparición. Posiblemente lo anterior se debe a que la enfermedad se ha confundido con otras bacteriosis, ya que el aislamiento de la bacteria es relativamente difícil; o bien que este patógeno, en condiciones centroamericanas, no es problema importante para el tomate. Esto último ha surgido de aislamientos realizados en la filósfera de plantas de tomate en Costa Rica, que mostraron bacterias corineformes semejantes a *Clavibacter*, las que indican que el patógeno puede estar presente pero sin causar daño económico al cultivo.

Síntomas

El patógeno produce manchas en hojas, tallos y frutos, así como marchitamiento de hojas y, en casos severos, de toda la planta. El primer síntoma de marchitamiento es en las hojas inferiores; por lo general los folíolos se marchitan solamente de un lado de la hoja, las que se enrollan hacia arriba. Aunque pronto se necrosan, nunca se desprenden del tallo. Se forman grietas en el tallo sobre todo en la unión pecíolo-tallo, con formación de pequeños cánceres. En ambientes húmedos se presentan exudados amarillentos. Internamente el tallo muestra una decoloración vascular parda a amarilla, y la médula hueca.

Los síntomas de la enfermedad en el fruto aparecen primero como pequeñas manchas acuosas y superficiales, cuya parte central más tarde sobresale ligeramente, adquiriendo un color pardo y volviéndose ásperas y rugosas. El aspecto final de las manchas es de un ojo de pájaro, síntoma típico de la enfermedad. Tienen su centro pardo con un diámetro aproximado de 3 mm y un halo blanco alrededor.

Epidemiología

La infección inicial puede ocurrir a través de estomas, aunque la vía más común son heridas de hoja, raíz o tallo.

Se ha determinado a nivel experimental más de 35 especies de hospedantes alternos, destacándose *Capsicum annum*, *Solanum tuberosum*, *Datura* sp., *Physalis* sp. y *Solanum nigrum*. La bacteria puede sobrevivir entre 3-4 años en el suelo, la bacteria puede ser acarreada dentro o sobre la semilla de tomate. La diseminación del patógeno puede ocurrir por el agua de suelo o por el salpique de la lluvia sacudida por el viento. Algunas prácticas culturales como la poda o trasplante favorecen la diseminación y severidad de estas bacteriosis.

Para aislar e identificar la bacteria, el mejor material es el tejido vascular de las manchas de los frutos; el aislamiento a partir de tejido vascular y de cánceres es muy inconsistente.

Manejo

Hasta el momento no se conocen cultivares de uso comercial que presentan resistencia o tolerancia a estas bacterias. Las estrategias de combate son de exclusión y/o erradicación. El uso de semilla limpia es la primer medida que se debe adoptar, mediante la recolección de semilla de zonas libres de la bacteria, o bien la desinfección de las semillas antes de la siembra. Tratándolas con hipoclorito de sodio al 0.5% durante 10 minutos. Si se utiliza trasplante es muy aconsejable esterilizar el suelo del almácigo para evitar ataques tempranos de la bacteria.

Virus (Fig. 40).

Virus del mosaico del tabaco (VMT, TMV)

Es uno de los virus de amplia distribución en Centro América, cuyos síntomas en el toma-

te son muy parecidos a los del virus del mosaico del tomate (VMT_o), un virus de características similares ya que son morfológicamente idénticos.

Los síntomas producidos en el tomate por estos virus varían desde un mosaico ligero, acompañado o no por deformación de las hojas, hasta un mosaico amarillo brillante, necrosis en los tallos, hojas y frutos y un ligero enanismo. Dada la complejidad de la sintomatología de estos virus, encontramos que la literatura se refiere a diferentes cepas del VMT o del VMT_o.

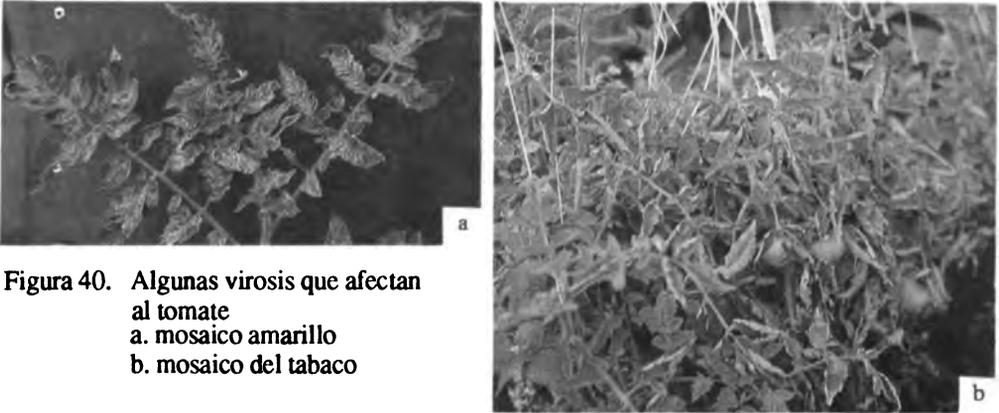


Figura 40. Algunas virosis que afectan al tomate
a. mosaico amarillo
b. mosaico del tabaco

La infección simultánea de esta virosis con VYP o VXP ha sido observada en Costa Rica en diversas ocasiones.

El efecto en la producción depende del momento de la infección. Así, plantas infectadas en los primeros 25 días tendrán una reducción más severa que plantas infectadas después de la floración.

El virus es fácilmente transmitido por medios mecánicos, semillas infectadas, contacto y por el suelo. En los restos de cosecha pueden permanecer hasta por dos años, constituyendo una fuente de inóculo importante.

Las tácticas para su combate son de carácter preventivo, tales como: el tratamiento de la semilla, evitar que los trabajadores fumen, eliminar los rastrojos de cultivos anteriores y reducir al mínimo las prácticas culturales que impliquen el manipuleo de las plantas, como deshierbas, amarre, etc.

Virus Y de la papa (VYP)

Es otro de los virus que se reportan con más frecuencia en Centro América. Es transmitido por áfidos en la forma no persistente y entre ellos se citan varias especies: *Myzus persicae*, *M. ornatus*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacorthum circumflexum*, *A. nasturtii* y *Aphis gossypii*. También se menciona que este virus es transmitido por el ácaro *Tetranychus telarius*.

Los síntomas desarrollados por el virus en tomate se caracterizan por un moteado de moderado a severo según la raza. Estos aparecen de 4 a 6 semanas después de la siembra, mostrando la planta reducción en su crecimiento, amarillamiento y los folíolos corrugados y doblados hacia abajo. En el envés de los folíolos aparecen pequeñas manchas necróticas oscuras.

Por el tipo de transmisión que presenta este virus, los medios de combate son de carácter preventivo. Se recomienda la protección de semilleros con tela de nylon para evitar la infección temprana por áfidos. Después del trasplante o en siembras directas, es recomendable la utilización de insecticidas específicos durante la etapa de desarrollo. Otras prácticas incluyen la eliminación de plantas hospederas, como las malezas de las familias Solanaceae y Chenopodiaceae; eliminación de rastrojos de cultivos anteriores y erradicación de las plantas con síntomas cuando no sean muchas. Como existe la posibilidad de que alguna raza se transmita en

forma mecánica, se recomiendan algunas medidas como el evitar que los trabajadores fumen y el manipuleo excesivo de las plantas.

Al igual que en el caso del VMT TMV, el efecto del virus en el rendimiento dependerá del momento en que ocurra la infección de la planta. Por ello es muy importante la protección del cultivo desde los primeros días hasta la floración, manteniendo una baja densidad de los insectos vectores.

Virus X de la papa (VXP)

Es otro de los virus más frecuentes en Centro América y conjuntamente con el VMT constituyen los únicos virus de trasmisión mecánica en este cultivo.

También es transmitido por los saltahojas *Melanoplus diferencialis* y *Tettigonia viridissima* y por el hongo *Synchytrium endobioticum*.

Los síntomas más típicos en el tomate se caracterizan por un mosaico acompañado por un ligero enanismo. Por su forma de transmitirse, se recomiendan algunas medidas preventivas, como las ya mencionadas en el caso del VMT. El efecto en el rendimiento es igual que en los casos anteriores, la infección más temprana causa una mayor pérdida.

Mosaico amarillo del tomate (VMAT)

Es un virus de reciente aparición en el área centroamericana identificado en plantaciones de tomate de Costa Rica (Fig. 40).

Es transmitido por moscas blancas (*Bemisia tabaci* Gennadius) de manera semi-persistente y se encuentra en la planta enferma en concentraciones muy bajas, particularmente en el floema.

En el campo, este virus se caracteriza por causar una coloración amarillenta, mosaico, encrepamiento y reducción general del crecimiento.

La infección temprana de las plantas produce una mayor pérdida de rendimiento con respecto a plantas infectadas tardíamente.

El combate de éste como de otros virus se basa en medidas preventivas. Por tratarse de un virus de transmisión por mosca blanca, debe evitarse que ésta infecte las plantas desde la preparación de los semilleros o desde que nacen cuando se trata de siembra directa.

Virus del grabado del tabaco (VGT)

Aunque se ha reportado su aparente incidencia de otros países del área centroamericana, solo en Panamá se ha identificado, empleando una de las técnicas más confiables como es la inmunodifusión.

Las plantas que adquieren este virus muestran síntomas que se caracterizan por presentar enanismo, hojas con moteado y distorsionadas. Las pérdidas causadas pueden alcanzar hasta un 25%.

Al igual que en el caso del VYP, las medidas de combate de este virus son sobre todo preventivas, para impedir la llegada de los áfidos vectores por medio de insecticidas específicos o cubriendo los semilleros con tela de nylon cuando se trata de siembras de trasplante y reduciendo al máximo las prácticas culturales que conllevan un manipuleo excesivo de las plantas.

Su forma de transmisión es por medio de áfidos de la manera no persistente y también se transmite mecánicamente.

Enfermedades Abióticas

Deficiencias de calcio y pudrición del extremo apical. (Fig. 41).

Síntomas

El calcio es un elemento químico de gran importancia en el crecimiento de las plantas y formación de frutos. Este elemento regula la permeabilidad de las membranas, forma sales con las pectinas y afecta la actividad de muchas enzimas. En las plantas las hojas jóvenes se deforman, sus puntas se doblan hacia atrás y sus bordes aparecen rizados. En un medio deficiente de calcio, el sistema radical de las plantas se vuelve pobre y simple.

En el fruto de tomate se observa pudrición del extremo apical cuando hay deficiencia de calcio. El síntoma se inicia con una pequeña mancha en la cicatriz del estilo en los frutos verdes. La lesión crece hasta producirse una mancha parda hundida de borde definido.

La enfermedad se produce por deficiencia de calcio en la planta, ocasionada por mal manejo de agua de riego, el exceso de sales o la falta de calcio en el suelo.

Manejo

En terrenos donde se ha presentado la enfermedad se recomienda aplicar cal antes de la siembra. En plantaciones establecidas se recomienda aplicar al follaje, cada semana a partir de la floración, cloruro de calcio o nitrato de calcio 1-2 kg/ha diluidos en 400 l. Se recomienda evitar mezclas, además programar los riegos a intervalos regulares para mantener el suelo con humedad uniforme.



Figura 41. Deficiencia de calcio; nótese la necrosis en el extremo apical de los tres frutos.

Grietas radicales y circulares. (Fig. 42).

El agrietamiento de los frutos es una anomalía presente en la región centroamericana durante períodos de lluvia abundante y altas temperaturas, lo que propicia un desarrollo acelerado del fruto. Bajo estas condiciones el fruto se agrieta en la parte cercana al pedúnculo. Las lesiones pueden ser de forma radial o circular. La profundidad de las lesiones varía entre cultivares. El Proyecto MIP del CATIE ha considerado este factor en la selección de materiales por resistencia a enfermedades.

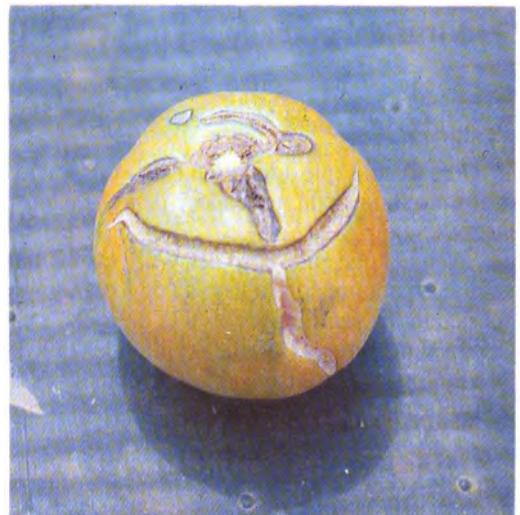


Figura 42. Fruto con grietas radiales y circulares.

"Cara de gato". (Fig. 43).

Es otro problema causado por factores no parasitarios que causa la deformación del fruto a partir del desarrollo anormal del pistilo. Algunos de los factores causales conocidos son el frío prolongado, fertilización deficiente al tiempo de la floración y efecto de 2,4-D.

Los síntomas se presentan como protuberancias y fruncidos en el área cercana al pistilo. La cavidades formadas penetran en el fruto, la maduración del fruto no es uniforme y se dificulta la comercialización.

Caída de flores

Este fenómeno es común cuando la humedad del suelo es baja y la planta está expuesta a vientos secos. Esto ocasiona un crecimiento anormal del pistilo y muy pocas flores "cuajan". Períodos repentinos de baja temperatura o lluvias fuertes también interviene con la polinización adecuada. Las aplicaciones de exceso de nitrógeno también aumentan la caída.

Para controlar la enfermedad se recomienda regular la humedad en el suelo y evitar la aplicación de nitrógeno en exceso cuando la planta está pequeña.



Figura 43. Fruto tipo "cara de gato"

Quema del sol

Ocurre cuando el fruto se expone al sol y sobre todo en tiempo seco. Cualquier enfermedad que afecte las hojas incrementa la quema, así como la excesiva poda de hojas y ramas.

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 sin que el agricultor las siembre intencionalmente y, además, que estas especies de plantas no tienen ningún valor de uso para el agricultor. Se excluyen así de la definición de maleza a 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 sustan-

cias 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 hospederos 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 basa en los conocimientos sobre su biología y ecología comparativa, así como las del cultivo. Algunas de estas plantas se

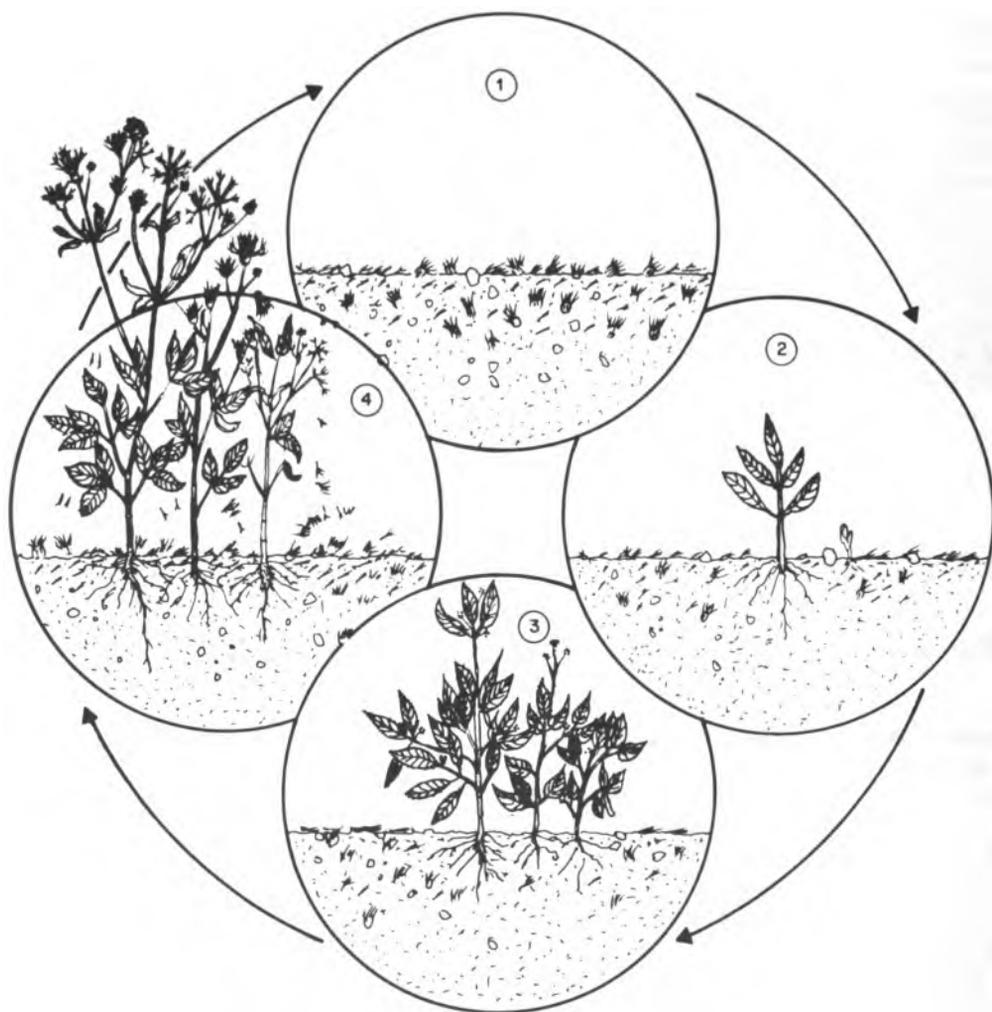


Figura 44. Elementos de la dinámica de una planta monocárpica (florece y muere): 1- El banco de semillas en el suelo. 2- Fase de "reclutamiento" de plántulas. 3- Fase de crecimiento en masa o en unidades modulares. 4- Fase reproductiva. (Harpers. 1977)

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 a 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 las malezas y el cultivo 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. 44), vemos que la producción de semillas (Fase 4) y 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(s) especie(s) de malezas, el cultivo, los métodos de control disponibles y las prácticas agronómicas y culturales preferidas por el agricultor.

Interferencia de las malezas con el cultivo del tomate

La interferencia de las malezas con el cultivo del tomate es una función variable de factores tales como el tipo, la frecuencia y la intensidad del riego, la fertilidad del suelo, el programa de fertilización utilizado y, en general, de las prácticas agronómicas como el método de siembra (directa o trasplante) y el sistema de siembra (surco simple o doble). Las pérdidas en rendimiento de tomate en ausencia total de control de malezas oscilan, en nuestras condiciones, entre el 30 y el 60% del potencial de producción. Sin embargo, estas cifras son sólo ilustrativas del potencial competitivo de las malezas ya que los agricultores de la región realizan ciertas prácticas agronómicas, no dirigidas al control de las malezas, que ayudan a reducir las poblaciones de las mismas.

El tomate en siembra directa requiere de un estricto control de las malezas durante las primeras semanas después de la emergencia del cultivo.

El método de siembra predominante en la región es, como se describe en el Capítulo 3, el de trasplante de las plántulas de tomate, del semillero al campo definitivo, entre los 35 y los 40 días después de la siembra (DDS). A pesar del estrés causado por el trasplante, la plántula de tomate se recupera rápido y tiene una ventaja inicial a su favor.

La época crítica de competencia ha sido estimada entre la emergencia y los 30-40 días subsiguientes, para el tomate de siembra directa, y entre los 35 y los 70 días después del trasplante (DDT), para el tomate trasplantado. Las malezas que germinan tarde, durante el ciclo del tomate, ya no reducirán los rendimientos por competencia, pero sí pueden dificultar la cosecha y provocar pérdidas de fruto por una mayor incidencia de enfermedades.

Malezas más comunes en tomate

La importancia de una determinada especie de maleza depende, de sus características biológicas, así como de las condiciones climáticas y edáficas del área. Igualmente importantes son las condiciones agronómicas de manejo del cultivo, tales como labores de preparación, intensidad del uso del terreno, sistemas de control de malezas, etc.

No existe una marcada diferencia entre las especies existentes en las distintas zonas dedicadas al cultivo del tomate y más frecuente es el caso de que una misma maleza se presente en zonas con diferentes variables climáticas y de manejo. Sin embargo, se puede hacer una lis-

ta tentativa de las especies más frecuentes en las distintas zonas agroecológicas donde se cultiva con mayor intensidad el tomate en Centro América. Esta ayudará a hacer planes más específicos de manejo, no sólo en los aspectos de control sino también en lo relativo al pronóstico de competencia. A continuación se presenta una descripción botánica de las malezas más comunes en el cultivo del tomate, con su respectiva ilustración gráfica para facilitar su reconocimiento.

Trópico húmedo

A continuación se describen las malezas más comunes en los cultivos de tomate de las áreas tropicales más húmedas.



Figura 45. *Blechnum pyramidatum* (Lamark) Urban, camaroncillo (Acanthaceae)

Hierba anual de 0.10 a 0.70 m de altura. La inflorescencia es una espiga terminal densa de 4 lados, con muchas flores pequeñas azules, lilas o blancas. Se propaga por semilla sexual.



Figura 46. *Commelina diffusa* Burm. f., canutillo (Commelinaceae)

Hierba anual, rastrera o algo erguida, de 0.05 a 0.15 m de altura. Su tallo es carnoso, con entrenudos; las flores son de color azul. Se propaga por semilla sexual y vegetativamente mediante trozos de tallo con nudos. Desarrolla densas poblaciones.



Figura 47. *Bidens pilosa* L., moriseco, amor seco, aceitilla, flor amarilla (Compositae)

Hierba anual, 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 semillas se pegan a la ropa.

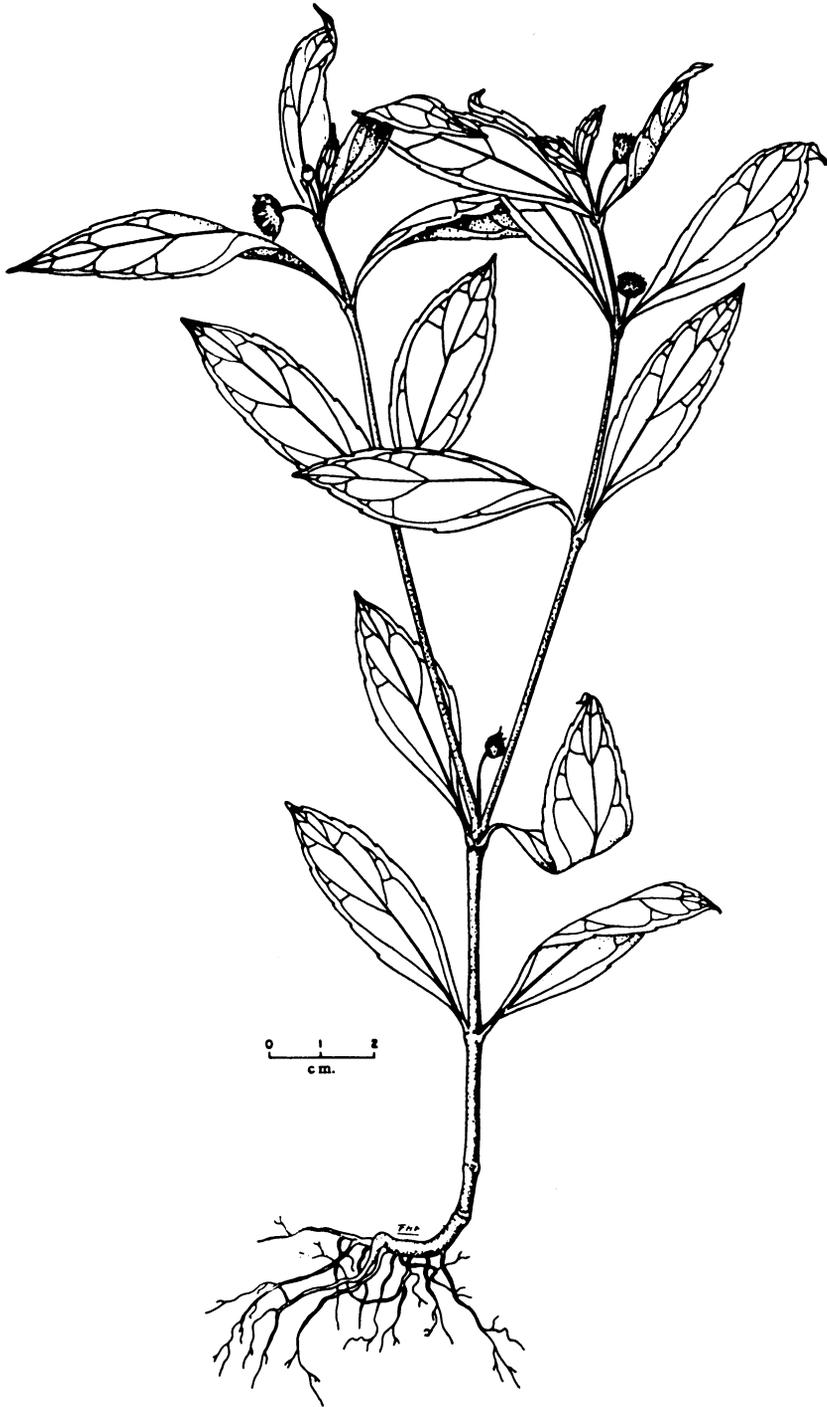


Figura 48. *Eclipta alba* (L.) Hassk., botón blanco, botoncillo (Compositae)

Hierba anual, de 0.20 a 0.60 m de altura, el tallo es erecto y ramificado; la inflorescencia con florecillas blancas. Se propaga por semilla sexual.



Figura 49. *Phyllanthus niruri* L., tamarindillo (Euphorbiaceae)

Hierba anual, erecta, ramificada, glabra, de 0.20 a 0.80 m de altura. Hojas alternas, simples. Flores axilares de color blanco verdoso, unisexuales. Se propaga por semilla sexual.



Figura 50. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., guardarocío, hierba de conejo (Gramineae)

Hierba anual, 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.

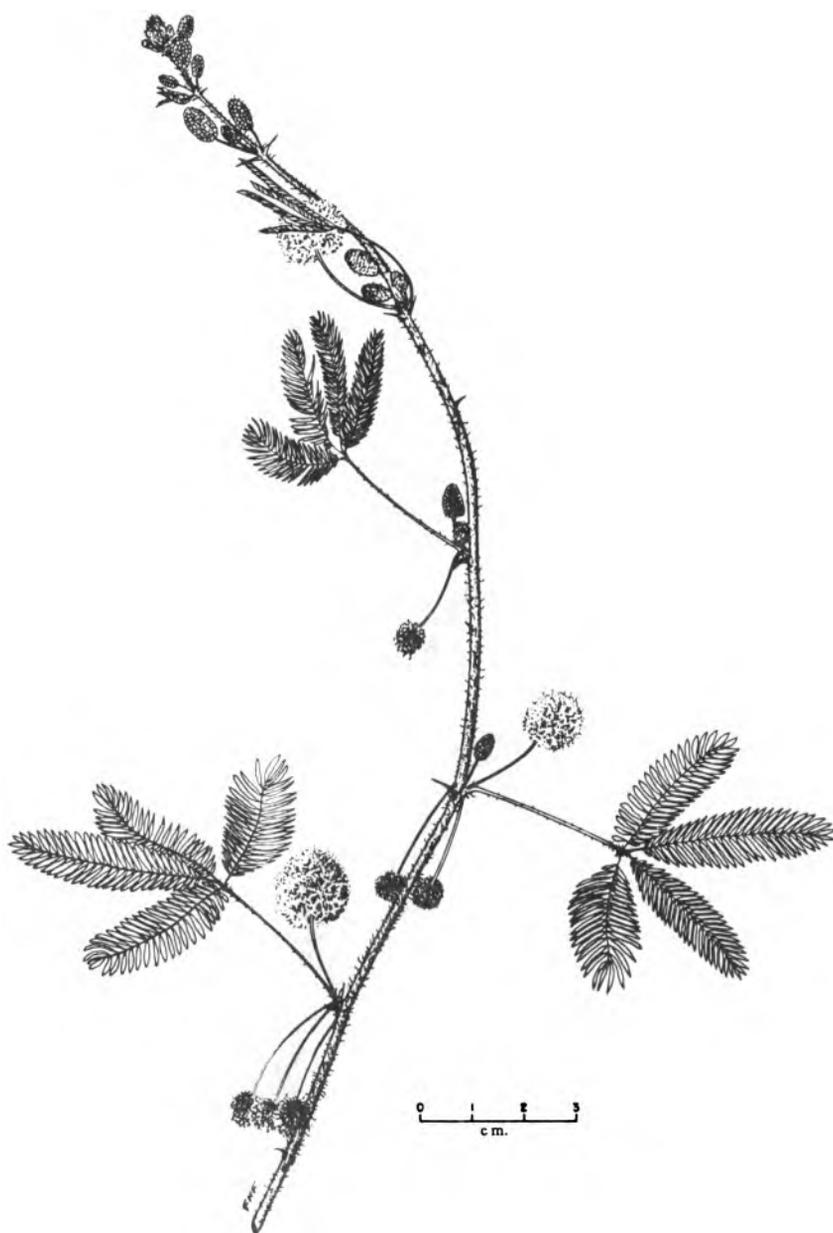


Figura 51. *Mimosa pudica* L., dormilona (Leguminosae)

Planta perenne, arbustiva, postrada, espinosa, ramificada, de 0.25 a 0.5 m de longitud. Sus flores son de color lila claro o rosado brillante. Se propaga por semilla sexual. Es difícil su control manual, pues el tallo una vez cortado produce rebrotes.



Figura 52. *Richardia scabra* L., chiquizacillo (Rubiaceae)

Hierba anual, semierguída, difusamente ramificada, 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.

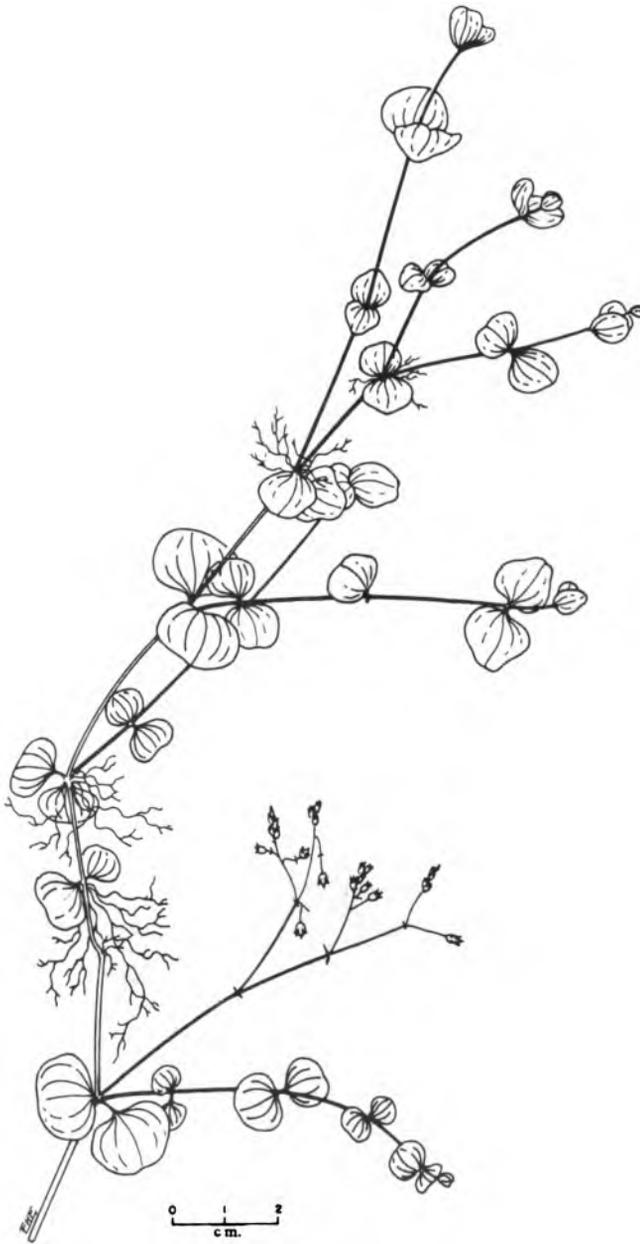


Figura 53. *Drymaria cordata* (L.) Willd., nervillo (Scrophulariaceae)

Hierbas anuales, de 0.05 a 0.20 m de altura. De tallo delgado, de decumbente a erecto, muy ramificado, de 0.20 a 0.50 m de largo. Flores raramente solitarias, blancas. Se propaga por semilla sexual. Sus semillas se pega fácilmente a la ropa al paso de las personas.

Trópico Subhúmedo

Se describen las malezas más comunes en los cultivos de tomate de las áreas tropicales subhúmedas.



Figura 54. *Ageratum conyzoides* L., santa lucía, curarina (Compositae)

Hierba anual de 0.25 a 1.20 m de altura, su tallo es cilíndrico y pubescente; flor en corimbo formado por muchos capítulos azules o violáceos. Se propaga por semilla sexual.



Figura 55. *Emilia fosbergii* (L.) DC., clavelillo (Compositae)

Hierba anual, de 0.20 a 0.60 m de altura. De tallo erecto a ascendente, hojas alternas de bordes ondulados; inflorescencia terminal con flores rojas. Se propaga por semilla sexual.



Figura 56. *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake, mielcilla, olla nueva (Compositae)

Hierba anual de 0.30 a 0.60 m de altura. Tallos con pubescencia blanquecina; hojas simples, opuestas, membranáceas, bordes dentados. Se propaga por semilla sexual.



Figura 57. *Melampodium divaricatum* (L.) D.C., flor amarilla, (Compositae)

Hierba anual de 0.50 a 1.00 m de altura. Tallo erecto y ramificado, las hojas son opuestas, con pecíolos alados, desde ovadas hasta con la forma de diamante y cubiertas con escasos pelos ásperos. De flores amarillo-anaranjado. Se propaga por semilla sexual.

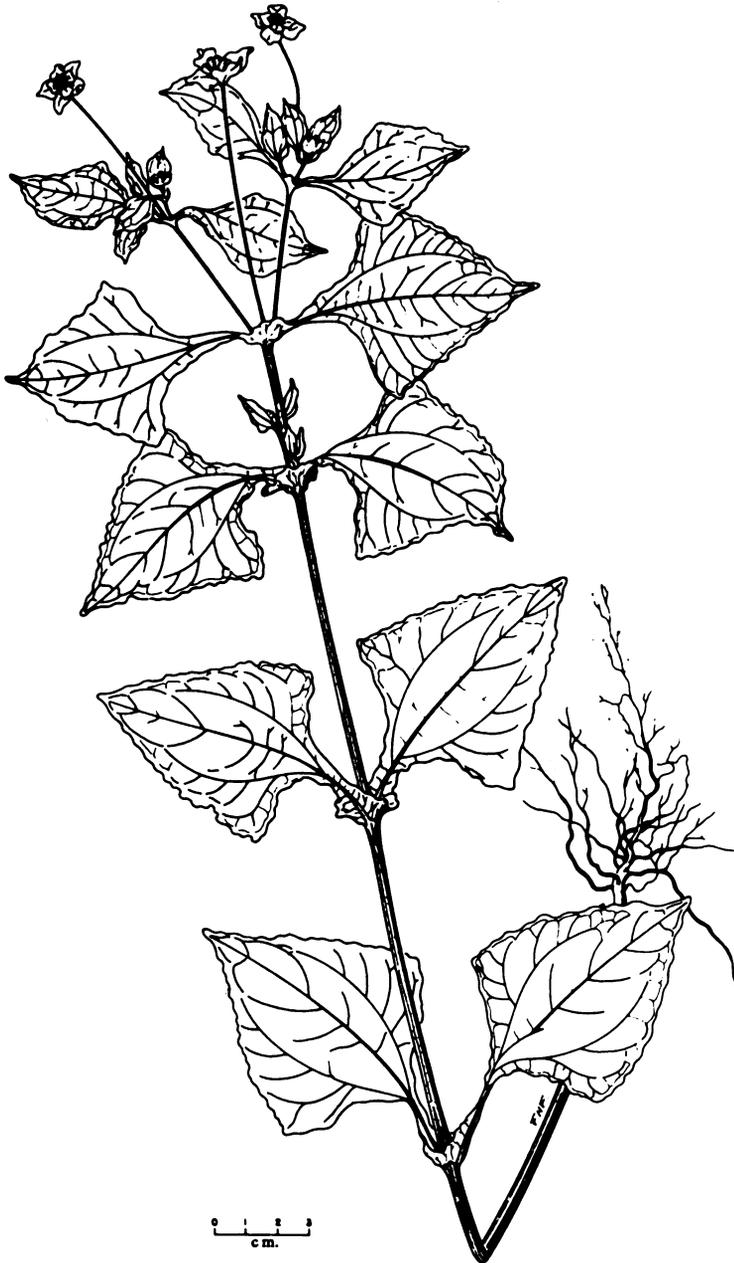


Figura 58. *Melampodium perfoliatum* (Cav.) H.B.K., flor amarilla (Compositae)

Hierba anual de 0.20 a 0.50 m aunque también alcanza 1.5 m de altura; tallo erecto y ramificado, con hojas opuestas, sin pecíolos, basalmente unidas y envolviendo el tallo. De flores amarillo-anaranjado. Se propaga por semilla sexual. Hospedero de *Pseudomonas solanacearum*.



Figura 59. *Eleusine indica* (L.) Gaertn., pata de gallina (Gramineae)

Hierba anual de 0.30 a 1.00 m de altura. Planta postrada o erguida, con ramificaciones en la base del tallo. Se propaga por semilla sexual.

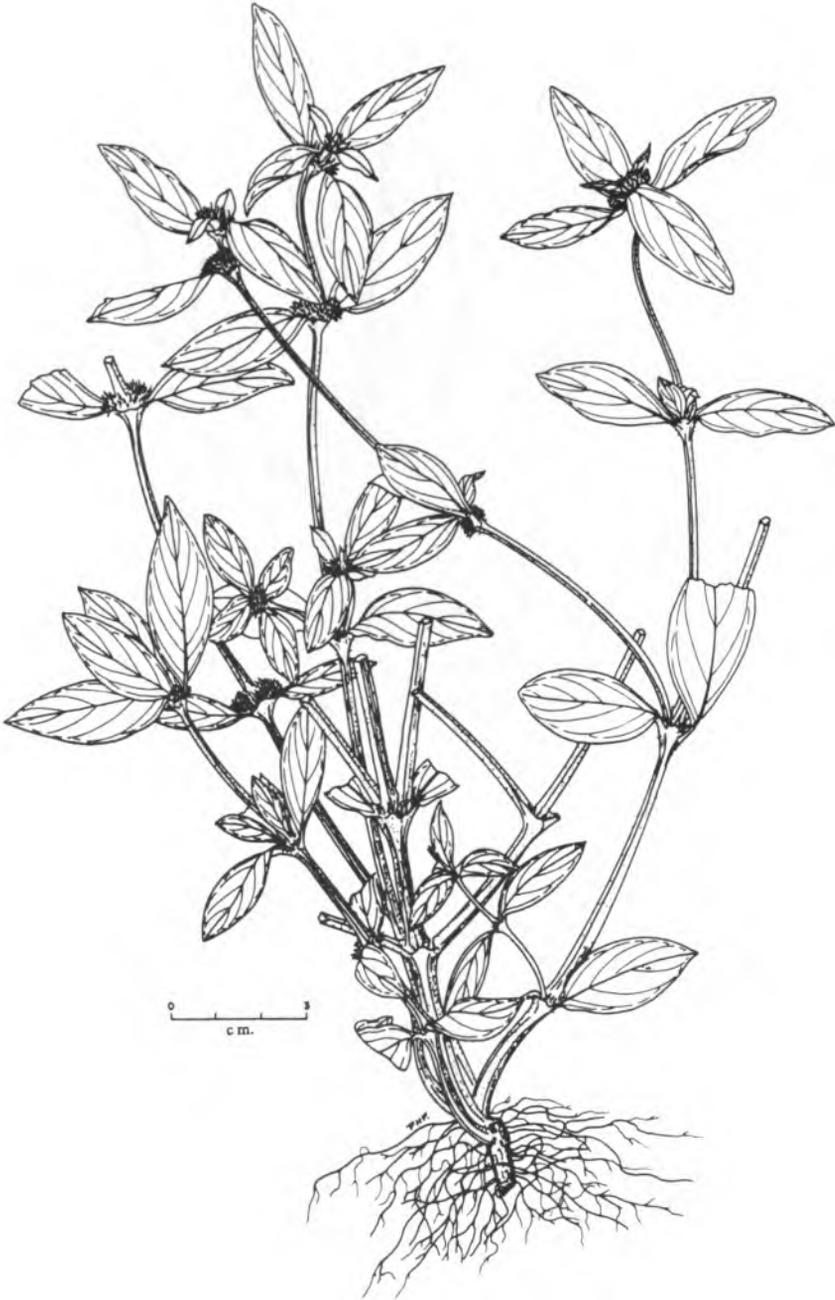


Figura 60. *Borreria laevis* (Lam.) Griseb., botoncillo (Rubiaceae)

Hierba anual de 0.20 a 0.50 m de altura. Tallo 4-angulado; hojas opuestas, de oblongas a ovado lanceoladas. Inflorescencia en glomérulos con flores blancas. Se propaga por semilla sexual.



Figura 61. *Solanum americanum* Mill., yerbamora (Solanaceae)

Hierba anual, erecta, ramificada, de 0.40 a 0.80 m de altura. Tallo glabro, con aristas de espigas suaves, inflorescencia extrafoliar en pequeñas cimas con pedúnculos largos. El fruto es una baya globosa verde, negra brillante cuando madura. Se propaga por semilla sexual.

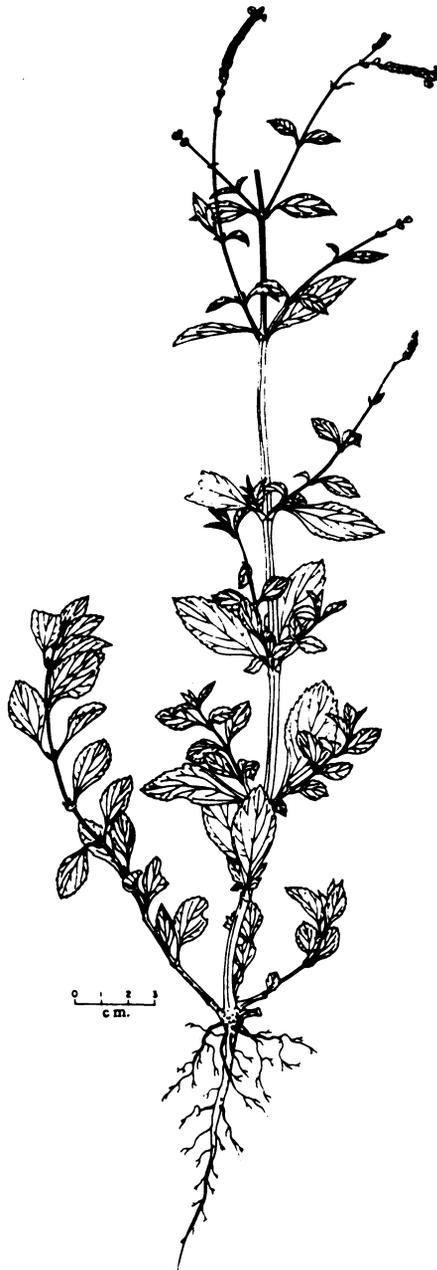


Figura 62. *Verbena littoralis* H.B.K., verbena (Verbenaceae)

Hierba perenne, erecta, ramificada, de 0.40 a 0.90 m de altura. De tallo cuadrangular, erecto y decumbente; hojas simples, irregularmente aserradas; flor de color azul, morado, violeta o lila claro. Se propaga por semilla sexual.

Trópico seco

Se describen las malezas más comunes en los cultivos de tomate de las áreas tropicales secas.



Figura 63. *Amaranthus spinosus* L., bledo, huizquilite (Amaranthaceae)

Planta anual o perenne, de vigoroso crecimiento y de porte erecto, ramificada, de 0.40-1.5 m de altura, su tallo es rojizo y espinoso; se propaga por semilla sexual.

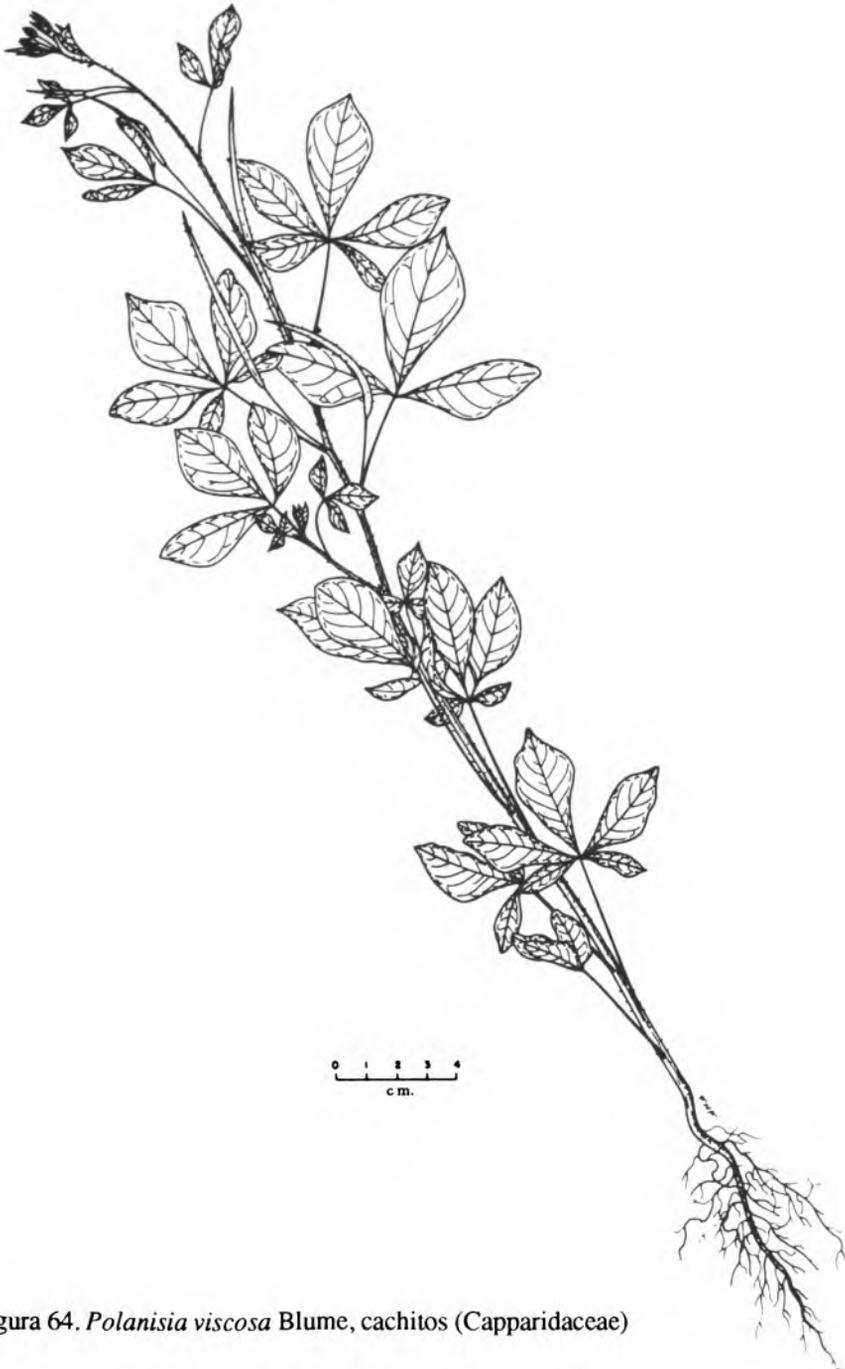


Figura 64. *Polanisia viscosa* Blume, cachitos (Capparidaceae)

Planta anual aromática, de tallo cilíndrico, con una altura de 0.30 a 1.20 m, tallo y hojas cubierta de pelos glandulosos. La flor es amarilla, el fruto es una cápsula cilíndrica. Se propaga por semilla sexual.



Figura 65. *Baltimorea recta* L., mirasol (Compositae)

Hierba anual, 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 cultivos.



Figura 66. *Cyperus rotundus* L., coyolillo, pimentilla (Cyperaceae)

Hierba perenne común en muchos suelos agrícolas tropicales, de 0.10 a 0.50 m de altura e inflorescencia rojiza. Se propaga principalmente por tubérculos y bulbos basales que forman cadenas muy densas y persistentes. Especie muy agresiva.

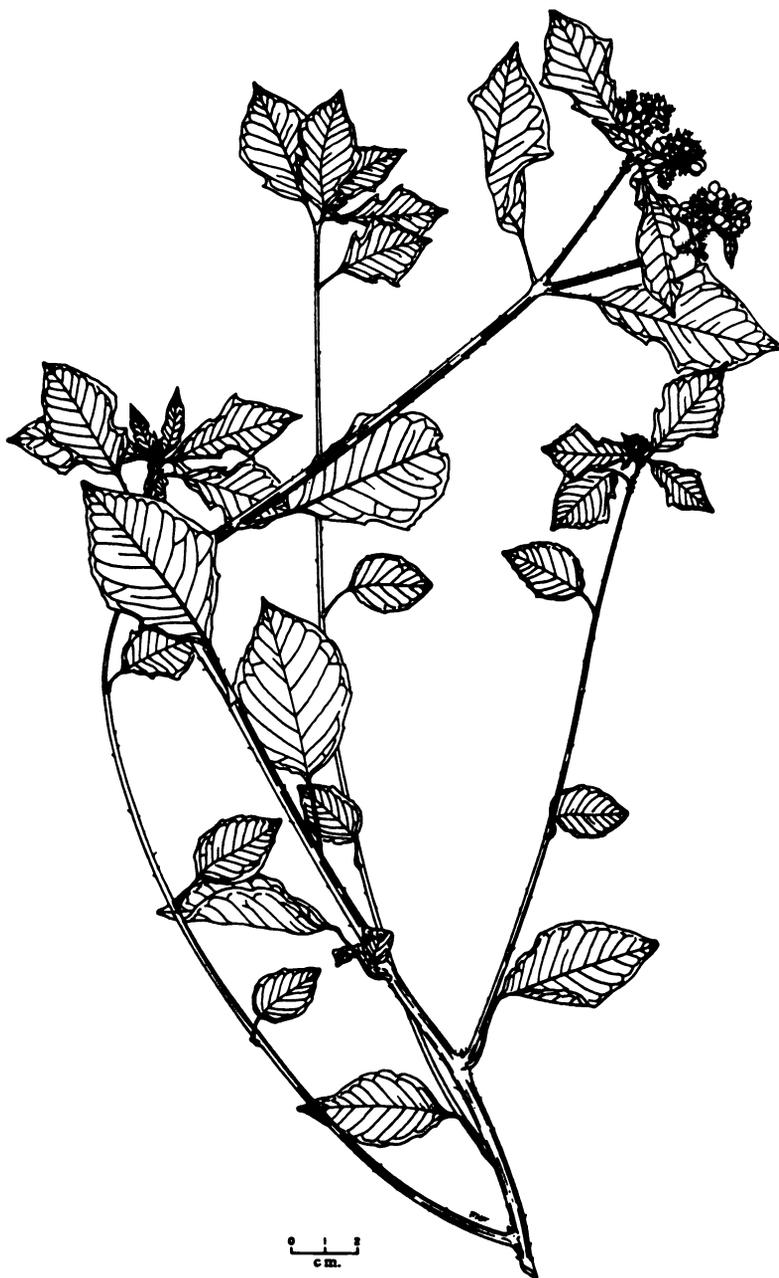


Figura 67. *Euphorbia heterophylla* L., pascuita, lechosa (Euphorbiaceae)

Hierba anual, de tallo cilíndrico y erecto con jugo blanco pegajoso, de 0.20-0.80 m de alto; hojas en forma de diamante. La inflorescencia es un grupo compacto terminal de color verde. Se propaga por semilla sexual.

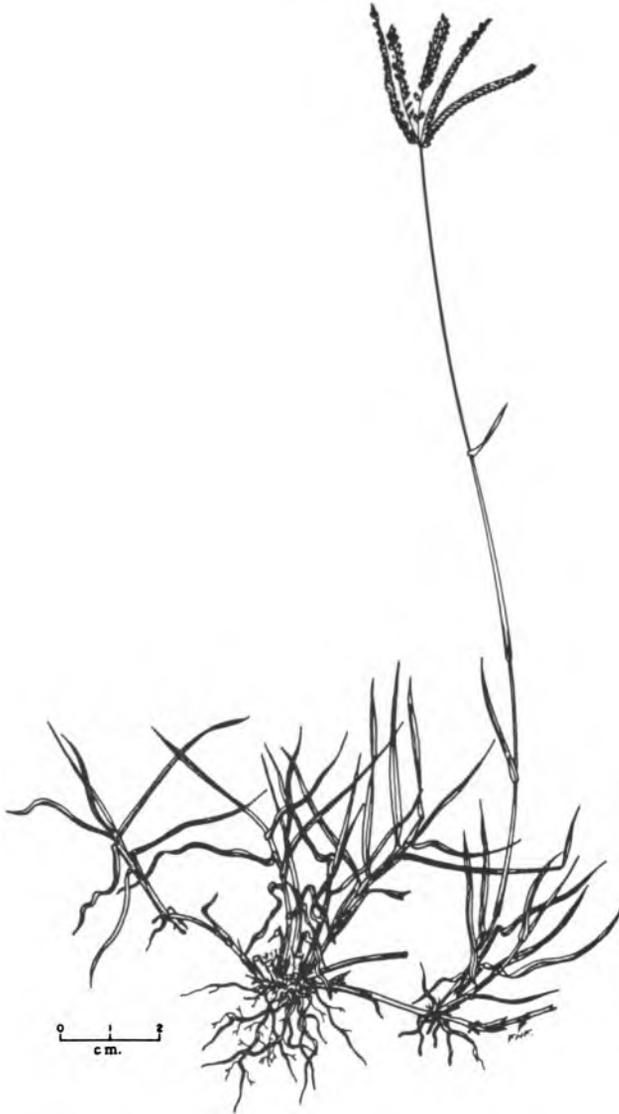


Figura 68. *Cynodon dactylon* (L.) Pers., bermuda, grama (Gramineae)

Hierba perenne de tallos rastreros o erectos de 0.15 a 0.60 m de altura. Se propaga vegetativamente por estolones y rizomas y forma parches densos que compiten fuertemente con el cultivo. Prospera bien en suelos salinos.

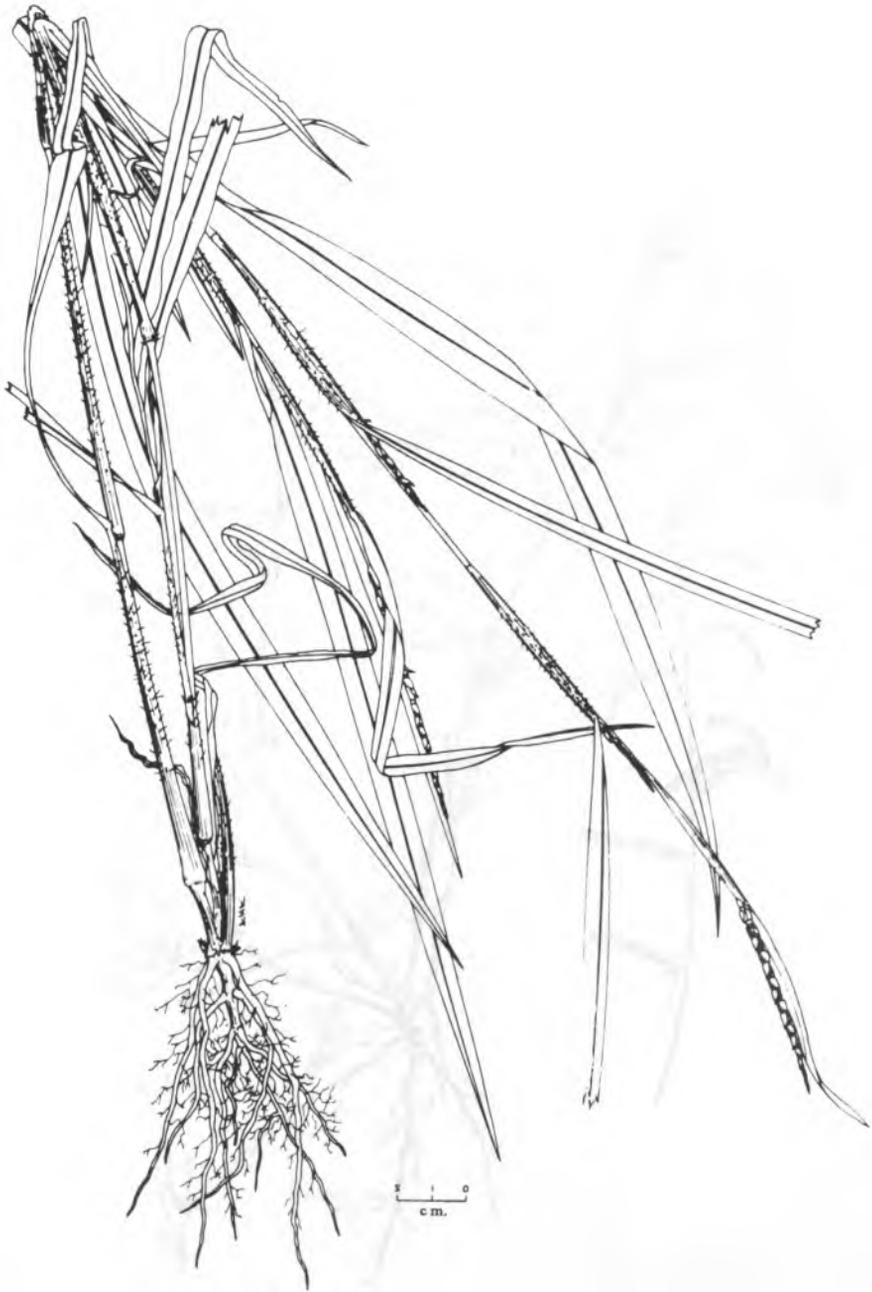


Figura 69. *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, caminadora (Gramineae)

Hierba anual, robusta, que forma densas macollas, erecta, de 0.80 a 4.0 metros de altura. Su tallo es erecto, hueco, ramificado y ásperamente piloso. Inflorescencia en espiga cilindroide. Se propaga por semilla sexual.

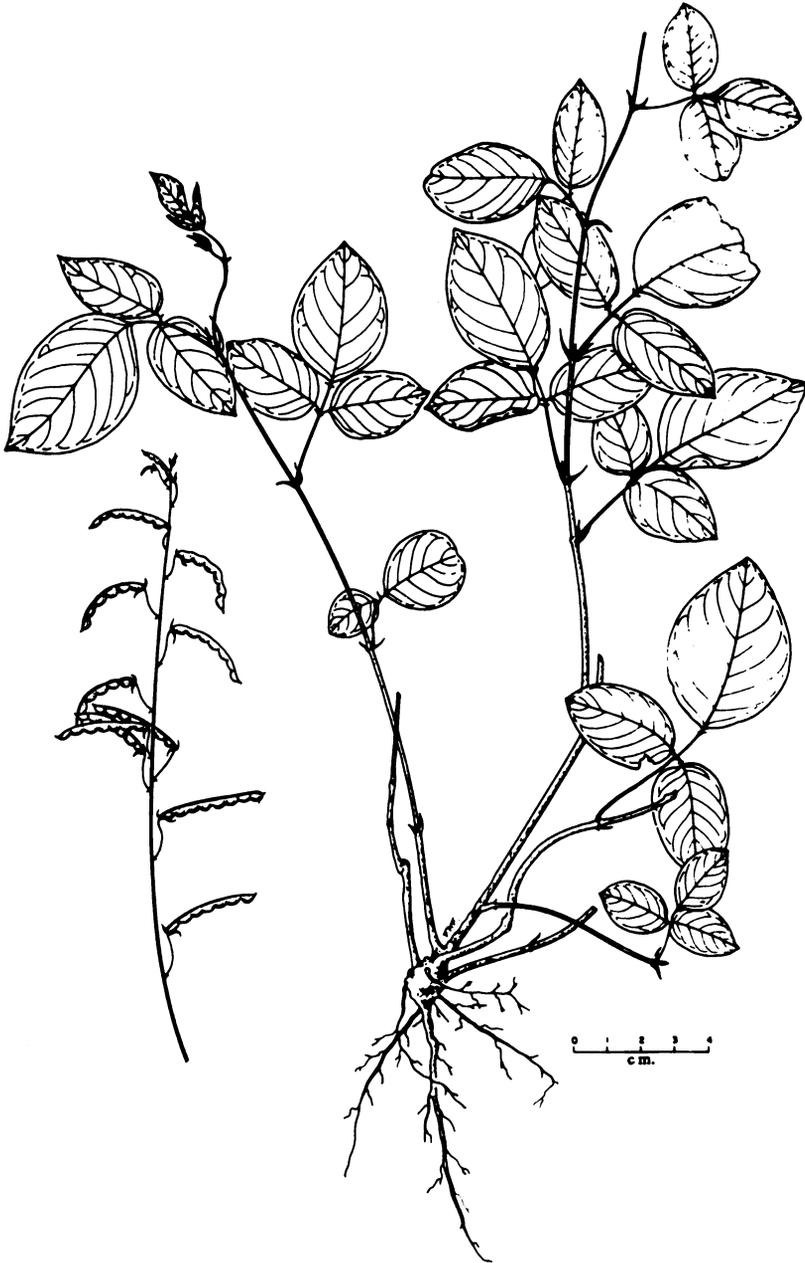


Figura 70. *Desmodium* sp., pega-pega (Leguminosae)

Planta dicotiledónca, perenne, herbácea. Su tallo delgado es generalmente ascendente a erecto y piloso, de 0.20 a 0.60 m de alto. Hojas alternas trifoliadas, el fruto es una legumbre sésil, pubescente. Se propaga por semilla sexual.



Figura 71. *Sida acuta* Burm. f. escobilla (Malvaceae)

Hierba o arbusto anual o perenne de 0.30 a 1.0 m de altura. Su tallo es erecto, leñoso, muy ramificado desde la base, con inflorescencia axilar, de color amarillo pálido a amarillo anaranjado o blanca. Se propaga por semilla sexual. Puede rebrotar cuando se chapea.

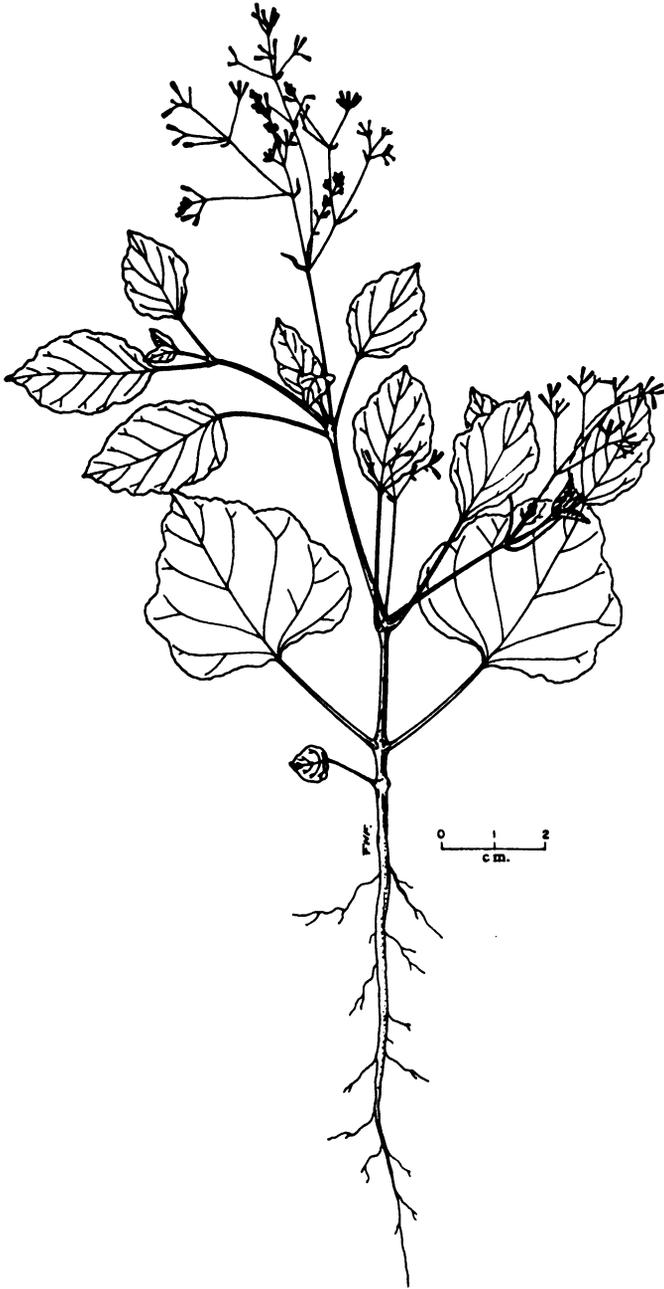


Figura 72. *Boerhavia erecta* L., golondrina (Nyctaginaceae)

Hierba anual de tallo herbáceo, lampiño, ramas rojizas. Flores pequeñas reunidas en inflorescencias cimosas muy ramificadas, corola rosada o blanca. Se propaga por semilla sexual.

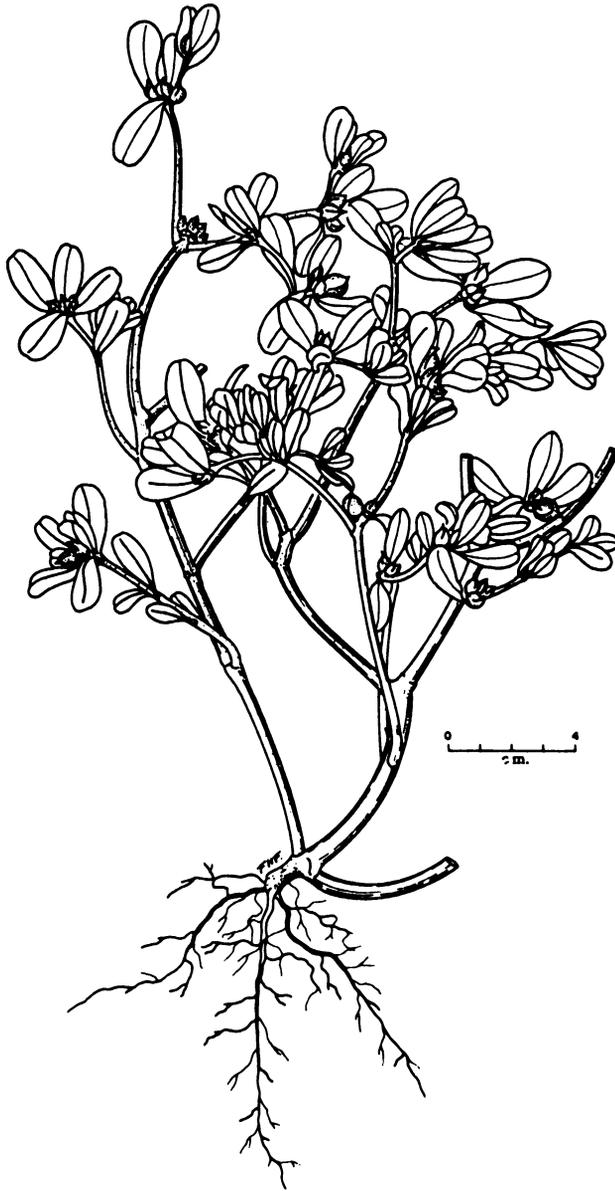


Figura 73. *Portulaca oleracea* L., verdolaga (Portulacaceae)

Hierba anual o bienal, suculenta, glabra, postrada, de 0.10 a 0.50 m de largo. De tallo hueco, carnoso, muy ramificado, de color rojizo. Flores amarillas. Se propaga por semilla sexual y vegetativamente.



Figura 74. *Kallstroemia maxima* Wight et Arn., verdologuita (Zygophyllaceae)

Hierba anual postrada, con ramas delgadas de 1 metro o más de longitud de flores amarillas. De buena adaptación en suelos de textura media, se propaga por semilla sexual.

El manejo de las malezas en tomate

Las malezas compiten con el cultivo del tomate en todas las etapas de su crecimiento y su manejo requiere mano de obra, restándole tiempo al agricultor para atender otras actividades productivas. La deshierba o control mecánico se hace generalmente con machetes o azadones en de 2-3 limpiezas como promedio durante el ciclo del cultivo y su eficacia varía mucho de acuerdo con la maleza presente y con los factores agroclimáticos.

El control químico selectivo es poco utilizado en la región, usándose preferencialmente los herbicidas postemergentes no residuales, en pretrasplante al tomate.

El control biológico es poco conocido en las malezas y la escasa especificidad de estos organismos sobre ellas no garantiza, corto plazo, ventajas sustanciales de este sistema de control sobre los otros. Existe el riesgo de que mediante la importación de enemigos naturales, estos 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. Existen organismos que atacan a las malezas, aunque su acción no parece regular sus poblaciones a niveles económicos. Insectos y ácaros herbívoros, hongos patógenos como las royas, y bacterias como *Pseudomonas* afectan a varias especies de malezas; pero los estudios sobre esas relaciones interespecíficas son escasos, por lo que se necesita desarrollar más información en este campo que puede tener potencial en el manejo de las malezas.

En general, las malezas son problema en todas las áreas productoras de tomate y su control con el uso de herbicidas está comenzando a generalizarse a nivel de medianos y grandes productores. 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 tomate existe ya un manejo conocido en la zona.

En un cultivo de tomate, la máxima eficacia económica en el control de las malezas se puede obtener si aplicamos medidas de control únicamente cuando las malezas llegan a una cierta densidad (umbral de acción), a partir de la cual el control está económicamente justificado. Se evitará así, que las poblaciones lleguen a otra densidad más alta (umbral económico), a la cual las pérdidas en producción, por interferencia de las malezas con el cultivo, son económicamente significativas.

El monitoreo de las malezas es más sencillo que el de otras plagas ya que las malezas son más visibles y su inmovilidad, unida al prolongado intervalo generacional, determina poblaciones más estables en la finca. El conocimiento de cuáles son las especies de malezas y sus densidades, aun careciendo de valores de umbrales de acción, provee información de gran utilidad para seleccionar las medidas de control. La evaluación y monitoreo de malezas en las fincas permite la construcción de mapas, los cuales, si son actualizados anualmente, proveerán la base para ajustar las medidas de control a utilizar cada año, de acuerdo con el complejo de malezas presente y ayudar a verificar el grado de dispersión de las especies más nocivas.

El muestreo de plantas de malezas puede ser complementado con muestreo de sus semillas en el suelo para determinar la población potencial que puede ocurrir en un campo agrícola. La predicción de poblaciones de malezas a partir de la información sobre el banco de semillas en el suelo es una metodología aun experimental pero que puede aportar información muy útil para conocer el potencial de infestación con malezas de un campo agrícola.

El control cultural utiliza prácticas de manejo del cultivo y su rastrojo que ayudan a reducir la presión de las poblaciones de malezas durante el ciclo del cultivo de tomate. El primer elemento de control cultural es la adecuada selección del campo en donde se cultivará el tomate. Las características del suelo deben ser tales que permitan un desarrollo y crecimiento vigoroso de las plantas de tomate. Condiciones físicas o químicas adversas limitarán el vigor del cultivo y éste será menos competitivo con las malezas.

Excepto en casos extremos, las malezas no serán un factor limitante en cuanto a la selección de un campo para producir tomate. Por ejemplo, aun en el caso de altas infestaciones de coyolillo, es posible producir tomate si el agricultor está dispuesto a sacrificar en algo sus rendimientos, y a implementar un plan de recuperación de sus campos infestados.

En áreas en donde se cultiva tomate bajo riego, es posible regar el terreno antes del trasplante del tomate, y favorecer así la germinación de una o más generaciones de malezas en dicho campo. Las malezas emergidas pueden eliminarse con el paso de rastra o cultivador o con herbicidas de posemergencia. De esa forma, al momento de la preparación final del suelo y trasplante del tomate, ya se ha disminuido el banco de semillas de malezas en el suelo y, consecuentemente, la infestación de malezas será menor durante el ciclo del cultivo de tomate.

Una táctica de manejo cultural que aún mantiene su vigencia en el manejo de las malezas, incluye la rotación de cultivos. Una gran proporción del tomate que se siembra en la región es de época seca, trasplantado después de la cosecha de granos básicos que han sido cultivados durante el período de las lluvias. Debido a su lento crecimiento inicial, el tomate no es un buen competidor para las malezas, por lo que al trasplantarlo al campo sin malezas se le da al cultivo una ventaja comparativa inicial. Esta ventaja puede acentuarse al rotar el tomate con otros cultivos de ciclo y hábitos de vida diferente, que ayuden a romper el ciclo de las malezas. El cultivo rotacional puede permitir también labores extraordinarias de control de las malezas, tales como chapias para evitar la producción de semillas, labranza del suelo, o el uso de una gama mayor de herbicidas para el control de malezas problemáticas (como 2,4-D o EPTC más el antídoto para el control del coyolillo en maíz en rotación con tomate).

Iniciando la preparación del suelo con la suficiente antelación al trasplante (hasta 2 meses) es posible, dependiendo de las condiciones climáticas, promover la germinación de varias generaciones de malezas, las cuales son destruidas por sucesivos pasos de rastra o cultivadora, o mediante aplicaciones de herbicidas posemergentes cada 10 o 15 días.

El tomate, tal como se cultiva en la región, es objeto de ciertas labores mecánicas, como los aporques, que si bien no tienen como única función el control de las malezas, contribuyen de manera importante a mantener el cultivo limpio durante buena parte de su ciclo. La mayoría de los agricultores de la región manejan las malezas en el cultivo de tomate con un aporque (a los 10-15 DDT), seguido de una limpia mecánica (a los 25-30 DDT), o con dos aporques (a los 15-20 y a los 35-40 DDT) y un chapeo al momento de la cosecha, si fuera necesario. En áreas en donde las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de enfermedades del follaje y del fruto del tomate, el crecimiento tardío de las malezas al momento de la formación de los frutos y durante su maduración, puede aumentar las pérdidas en producción al crear un microclima que facilita el desarrollo de los patógenos.

El excesivo celo en mantener un cultivo "limpio", libre de malezas durante todo el ciclo, principalmente en suelos de laderas, puede provocar la pérdida de cantidades importantes de suelo superficial. El control mecánico debe utilizarse moderadamente, ayudando a controlar las malezas, pero sin hacer peligrar la estabilidad del ecosistema.

En áreas con problemas de patógenos del suelo, el exceso de labores mecánicas, realizadas sin el debido cuidado, puede causar heridas en el sistema radical o en la base del tallo las cuales son utilizadas por los patógenos como vía de entrada a la planta. En estas condiciones, los instrumentos de labranza (azadones, machetes, etc.) pueden ser agentes de diseminación del inóculo de los patógenos presentes (incluidos los virus).

La escasez de mano de obra en muchas áreas de la región de CA/P hace peligrar el adecuado control de las malezas en el cultivo del tomate. Las malezas deben controlarse antes de que hayan causado un efecto irreversible sobre el potencial de rendimiento del cultivo. En las primeras etapas de su desarrollo, el tomate tolera ciertos niveles de competencia y reducción en su área foliar sin que ello ponga en peligro su potencial de producción. Sin embargo, durante su etapa reproductiva, el retraso de algunos días en eliminar la competencia de las malezas puede significar que, al momento de realizar el control, ya se haya afectado el potencial de rendimiento del cultivo.

El uso de coberturas vivas es una práctica que puede adaptarse a muchas condiciones de producción, cambiando ciertas prácticas agronómicas de manejo del cultivo. Las coberturas vivas pueden incluir desde especies nativas, tradicionalmente consideradas malezas pero que, por sus características biológicas, no son muy competitivas con el cultivo, hasta especies ya probadas en otras condiciones por sus características para ayudar a mejorar la condición del suelo y a controlar el crecimiento de las malezas. No existen resultados de investigaciones aplicables directamente al cultivo del tomate en la región, por lo cual estas tecnologías deberían generarse a nivel local.

Las coberturas muertas constituyen otra opción para el manejo de las malezas que, dependiendo de los costos, pueden o no ser un componente de su manejo integrado. Un tipo de cobertura muerta es el plástico negro, el cual adicionalmente al control de malezas, puede ayudar en el manejo de patógenos del suelo y a mejorar la eficiencia de uso del agua de riego. Otro tipo de cobertura muerta lo constituye el uso de paja de cultivos como maíz o arroz, o restos vegetales como la cascarilla del arroz, materiales que, si están disponibles en el área, tienen un costo muy bajo.

El control químico constituye una herramienta muy útil para el manejo de las malezas en el cultivo del tomate, si bien su uso es hasta ahora muy limitado en la región. Los agricultores utilizan el control químico para sustituir labores de preparación del suelo, como es el caso del uso del paraquat como ayuda a la limpieza del campo antes del trasplante, o en aplicaciones dirigidas de paraquat o glifosato durante el ciclo del cultivo para controlar principalmente malezas problema. Además de estos productos, existen en los mercados de los países de la región otros herbicidas selectivos al cultivo del tomate, de acción residual en el suelo o postemergentes.

Criterios para la selección de herbicidas

Los herbicidas deben seleccionarse de acuerdo con el sistema de producción del agricultor. Si el sistema del agricultor incluye uno o dos aporques, por otros motivos diferentes al control de malezas, el uso de herbicidas residuales, de aplicación al suelo, antes de los aporques estará limitado por los movimientos de tierra que el agricultor realiza durante los aporques y que disminuyen la actividad residual del herbicida. Este sistema de producción tendrá un lugar muy específico, como una pequeña "ventana" a través de la cual se podrán aplicar los herbicidas residuales, pero aceptará más libremente la introducción de herbicidas postemergentes, selectivos o no.

El otro parámetro decisivo para la selección de los herbicidas es la selectividad al cultivo y la efectividad sobre la población de malezas por especies, o familias, tal como se presenta en el campo de producción. El Cuadro 14 contiene una lista de especies de malezas con referencia a su resistencia o susceptibilidad a los herbicidas más usados en la región.

Herbicidas usados en el cultivo del tomate

El paraquat y el glifosato son dos herbicidas utilizados por los agricultores en postemergencia a las malezas y que pueden ser aplicados para matar las malezas antes del trasplante del tomate, o en postemergencia dirigida, entre los surcos del cultivo. Ambos herbicidas deben utilizarse después de la germinación de una buena parte de las malezas que se esperen en el campo, a efecto de aprovechar al máximo su actividad postemergente ya que ellos no tienen actividad en el suelo. El paraquat es un herbicida de contacto, poco traslocable, y consecuentemente sólo controla la parte aérea de las malezas perennes. El glifosato es un herbicida sistémico, traslocable, de excelente actividad tanto en malezas anuales como perennes en activo crecimiento, tales como coyolillo (*Cyperus* spp.), zacate Johnson (*Sorghum halepense*), zacate bermuda (*Cynodon dactylon*) y zacate kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). El glifosato puede ser utilizado en postemergencia dirigida, entre los surcos de tomate, o para controlar las male-

zas antes del trasplante. Si bien el glifosato es clasificado como un herbicida no residual, se recomienda esperar un mínimo de cinco días entre la aplicación de glifosato y el trasplante de tomate. El paraquat y el glifosato son usados por los agricultores en los sistemas de labranza reducida en donde la reducción de la labranza, junto a la protección del suelo dada por la capa de material vegetal muerto, resultante de la aplicación de cualquiera de estos productos, ayuda a la conservación del suelo, agua y materia orgánica.

Los herbicidas selectivos para el cultivo de tomate y de aplicación en pretrasplante tienen muy poca difusión en la región, debido al sistema de producción predominante. En este grupo de herbicidas se encuentran la napropamida, la trifluralina y la pendimetalina, tres compuestos gramínicidas de aplicación al suelo. La metribuzina es un herbicida que controla malezas dicotiledóneas, principalmente en preemergencia, pero con cierta actividad postemergente en ma-

Cuadro 14. Reacción de resistencia o susceptibilidad de varias malezas a algunos herbicidas utilizados en el cultivo del tomate

Malezas	Alaclor	Difena- mida	Fenoxaprop- etil	Fluazifob- butil	Glifosato	Metribu- zina	Napropa- mida	Paraquat(*)	Pebulate	Triflura- lina
<i>Ageratum conyzoides</i>	M	R	R	R	S	S	M	S	-	S
<i>Baltimora recta</i>	-	-	R	R	S	-	-	S	-	-
<i>Bidens pilosa</i>	S	S	R	R	S	S	M	S	-	M
<i>Cyperus rotundus</i>	R	R	R	R	S	R	R	M	S	R
<i>Cynodon dactylon</i>	M	R	S	S	S	R	R	M	M	R
<i>Digitaria sanguinalis</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Eclipta alba</i>	-	-	R	R	S	-	-	M	-	-
<i>Eleusine indica</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Emilia fosbergii</i>	M	R	R	R	S	S	M	S	-	R
<i>Galinsoga ciliata</i>	S	S	R	R	S	S	M	S	-	R
<i>Melampodium divaricatum</i>	-	-	R	R	S	-	-	S	-	-
<i>Melampodium perfoliatum</i>	-	-	R	R	S	-	-	S	-	-
<i>Rotboellia cochinchinensis</i>	R	-	S	S	S	R	-	S	R	S
<i>Amarantus spinosus</i>	S	-	R	R	S	M	S	S	-	S
<i>Borreria laevis</i>	M	-	R	R	M	M	-	M	-	-
<i>Boerhavia erecta</i>	-	-	R	R	S	-	-	S	-	M
<i>Blechnum pyramidatum</i>	-	-	R	R	S	-	-	S	-	-
<i>Commelina diffusa</i>	S	R	R	R	S	S	M	M	-	R
<i>Desmodium sp.</i>	R	M	R	R	S	S	S	M	R	R
<i>Drymaria cordata</i>	-	-	R	R	S	-	-	S	-	-
<i>Euphorbia heterophylla</i>	R	R	-	R	S	R	R	M	-	R
<i>Kallstroemia maxima</i>	R	-	R	R	S	-	-	-	M	R
<i>Mimosa pudica</i>	-	-	R	R	M	R	-	-	-	-
<i>Phyllanthus niruri</i>	S	S	R	R	S	S	S	S	-	M
<i>Polanisia viscosa</i>	M	-	R	R	S	-	-	-	-	-
<i>Portulaca oleracea</i>	R	S	R	R	S	M	S	-	M	S
<i>Richardia scabra</i>	M	S	R	R	S	R	M	-	-	M
<i>Sida acuta</i>	M	R	R	R	M	S	M	-	-	R
<i>Solanum americanum</i>	-	R	R	R	M	M	R	-	-	R
<i>Verbena litoralis</i>	-	-	R	R	S	M	-	S	-	-

(1) R:Resistente; M:Moderadamente resistente; S:Susceptible.

(*) Restringido

lezas jóvenes, y que, al poseer cierto grado de selectividad al tomate, puede aplicarse en forma dirigida, después del trasplante. En Guatemala se ha validado un programa de control químico de malezas en tomate incluyendo una aplicación de metribuzina en postemergencia dirigida, a dosis de 0.25 a 0.70 kg i.a./ha (suelos arenosos y arcillosos, respectivamente), inmediatamente después del primer aporque, a los 10-15 DDT (malezas entre 2 y 4 hojas). Debido a la selectividad marginal de la metribuzina al tomate, se debe verificar la tolerancia del cultivo, la dosis, época y método de aplicación para cada localidad, antes de realizar aplicaciones en gran escala.

Recientemente, el control de malezas se ha visto fortalecido por una gran diversidad de herbicidas postemergentes de acción exclusiva sobre las gramíneas y, consecuentemente, con alta selectividad para los cultivos dicotiledóneos. Este es el caso del fluzifop-butil y del fenoxaprop-etil, que ya son utilizados por algunos horticultores de la región. El programa de control de malezas desarrollado en Guatemala, complementa la aplicación de la metribuzina con la aplicación de un graminicida, fluzifop o fenoxaprop, sobre el cultivo, a dosis de 0.18 kg i.a./ha a los 25-30 DDT, momento en el cual la acción de control del primer aporque se ha perdido y las gramíneas se encuentran en los estadios de 4 a 6 hojas. Este programa permite llegar a la cosecha del tomate controlando mono y dicotiledóneas con base en un aporque, en la metribuzina y en uno de los graminicidas.

El Cuadro 15 presenta un listado de los herbicidas que usan los agricultores en el cultivo del tomate, indicando sus nombres comunes y comerciales, las épocas, modos y dosis de aplicación y algunos comentarios sobre su espectro de acción. Es de resaltar que muchos de estos productos, si bien están registrados en algunos países, no han sido evaluados en nuestras condiciones y que se listan aquí como referencias para posibles pruebas en el cultivo de tomate en la región. Los técnicos investigadores, extensionistas o de sanidad vegetal, podrán facilitar al agricultor la información actualizada sobre el registro de los productos en cada país.

Algunos casos especiales con las malezas en tomate

Melampodium perfoliatum y *Emilia fosbergii*

Estas dos especies presentan un ejemplo interesante de interacción entre las malezas y otras plagas de los cultivos, que puede servir de guía para observaciones de campo y trabajos de investigación, necesarios en la región. *Melampodium perfoliatum* (ver figura 58) y *Emilia fosbergii* (ver figura 55) son hospedantes de la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, (ver figura 35) que es uno de los patógenos causantes de la marchitez del tomate. Debido a la gran diversidad genética existente en las poblaciones de las malezas, éstas no son severamente atacadas por la enfermedad, aunque a veces se observan plantas muertas en el campo. Estas malezas, entonces, actúan como un medio reproductor del patógeno y aumentan su potencial de inóculo para el cultivo de tomate. Aunque las poblaciones de *M. perfoliatum* y *E. fosbergii* no lleguen a causar problemas de competencia con el cultivo, en áreas en donde la marchitez bacteriana del tomate es un factor limitante de la producción, el control de estas dos especies de malezas debe ser lo más estricto posible.

Cuadro 15. Diferentes formas de aplicación de herbicidas selectivos y no selectivos en el cultivo del tomate.

Nombre genérico	Nombre comercial (kg ia/ha)	Dosis	Observaciones
a. Pretrasplante o presiembra; no selectivos			
Glifosato	Round-up	1.0 - 1.5	Control de malezas anuales y perennes antes de la siembra o trasplante. Trasplantar 8 a 10 días después de la aplicación.
Paraquat	Gramoxone	0.4-0.6	Control de malezas de hoja ancha y gramíneas anuales.
b. Pretrasplante o presiembra; selectivos			
Napropamida	Devrinol	1.5-3.0	Controla gramíneas anuales principalmente. Incorporar 2-4 cm en el suelo, antes del trasplante.
Trifluralina	Treflan	1.0-1.5	Controla gramíneas anuales principalmente. Incorporar superficialmente en suelo seco antes del trasplante.
Pebulate	Tillan	2.0-4.0	Controla <i>Cyperus rotundus</i> y gramíneas anuales. Incorporar antes del trasplante.
Pendimetalina	Prowl	0.75-1.0	Controla gramíneas anuales principalmente. Presiembra, incorporar superficialmente.

Cuadro 15 continuación

Nombre genérico	Nombre comercial (kg ia/ha)	Dosis	Observaciones
c. Postrasplante dirigido			
Alaclor	Lasso	2.0-3.0	Controla malezas anuales, gramíneas y algunas de hoja ancha. Aplicar después del trasplante, antes de la germinación de las malezas.
Difenamida	Enide	2.0-6.0	Controla gramíneas anuales principalmente. Aplicar después del trasplante o en siembra directa.
Metribuzina	Sencor	0.4-0.7	Controla malezas de hoja ancha. Aplicar entre 7 y 10 días después del trasplante; en tomate de siembra directa, cuando éste tenga de 4 a 6 hojas y las malezas no superen los 7 cm de altura.
Paraquat(*)	Gramoxone	0.2-0.4	Controla especies anuales en crecimiento activo.
d. Postrasplante; gramínicidas selectivos			
Fenoxaprop-etil	Furore	0.12-0.80	Controla gramíneas anuales y perennes.
Fluazifob-butil	Fusilade	0.12-0.19	Controla gramíneas anuales y perennes.

(*)Restringido

Cyperus rotundus

El coyolillo o pimentilla (*Cyperus rotundus*) tiene la reputación de ser una de las peores malezas del mundo (ver figura 66). El intenso laboreo en áreas hortícolas, el uso intensivo de herbicidas y el descuido de las prácticas de prevención y sanidad, ha llevado a la dominancia de algunas especies de malezas. Este es el caso del coyolillo en muchas áreas del Pacífico seco centroamericano y en los valles bajos del interior. Las elevadas poblaciones de coyolillo (hasta 2,000 plantas/m²), unidas al alto costo de las medidas de control de la maleza, ha llevado a situaciones extremas de abandono de las hortalizas y su sustitución por pastos u otros cultivos menos rentables; o bien de restricciones a los préstamos por parte de las instituciones de crédito agrícola y de abandono de las tierras por parte de los agricultores.

En áreas con altas infestaciones de la maleza se deben trazar planes de manejo a mediano y largo plazo que no solamente incluyan el control de la maleza durante el ciclo del tomate, sino también su control durante el ciclo del cultivo en rotación. Los principios básicos de manejo de malezas se aplican al manejo del coyolillo: sembrar cultivos rotacionales competitivos, que den sombra a la maleza, u otros en los que sea más fácil manejar al coyolillo; manejar al cultivo y a la maleza a modo de prevenir la formación de tubérculos por las plantas de coyolillo; manejar el suelo de tal forma que se agote la reserva de tubérculos de la maleza y así disminuir el potencial de infestación del campo.

En campos con altas infestaciones de coyolillo es posible bajar las poblaciones de tubérculos en el suelo entre un 40 y 60% en un plazo de dos años. El manejo debe incluir combinaciones de control cultural, mecánico y químico, tanto en el tomate como en el ciclo del cultivo rotacional. En áreas secas y cálidas, es posible reducir las poblaciones de tubérculos viables de coyolillo a través de un programa de labranza antes del trasplante del tomate. El paso de una rastra superficial (10 cm), a intervalos de 5 a 7 días, permite traer a la superficie del suelo varias generaciones de tubérculos, los cuales pierden su viabilidad por desecación en un plazo de 4 a 6 días.

Otra posibilidad, alternativa o complementaria, para áreas secas con disponibilidad de riego, es el estímulo de la germinación de los tubérculos de coyolillo a través de uno o varios riegos sucesivos, antes del trasplante del tomate. Estimulada la germinación, las plántulas de coyolillo se desarrollan en un momento en que no compiten con el cultivo y en que es posible controlarlas mecánicamente o con herbicidas no selectivos. A los 12-15 días después de la emergencia, la aplicación de glifosato asegura un excelente control del coyolillo. Se recomienda esperar por lo menos 5 días después de una aplicación de glifosato a dosis normal y, por lo menos 8 días si se utiliza la dosis más alta recomendada para el control del coyolillo, antes de trasplantar tomate. El 2,4-D aplicado un mes antes del trasplante del tomate, o utilizado en una o más aplicaciones durante el ciclo del maíz, en rotación con el tomate, es otro programa químico que ha dado buenos resultados en la región.

BIBLIOGRAFIA SELECTA

Manejo Integrado de Plagas

- ANDREWS, K.L. 1989. Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas. *In* Andrews, K.L. ; Quezada, J.R. ed. *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en Centro América: estado Actual y Futuro*. Tegucigalpa, Hond, s.n. s.p.
- BOTTRELL, D.G. 1979. *Integrated pest management*. Washington, D.C., U.S, Government Printing Office. Council on Environmental Quality. 120 p.
- CICP/ICTA. 1982. *Curso Internacional de Control Integrado de Plagas*. Antigua, Gua, ICTA. 3 tomos.
- CLAUSEN, C.P. 1962. *Entomophagous Insects*. New York, McGraw Hill. 688 p.
- DeBACH, P. ed. 1964. *Control Biológico de Plagas de Insectos y Malas Hierbas*. México, D.F., Editorial Continental. 949 p.
- FALCON, L.; SMITH, R. 1974. *Manual de control integrado de plagas del algodónero*. FAO. AGPP Misc. 8. 87 p.
- FLINT, M.L.; BOSCH, R van den 1977 *Introduction to Integrated Pest Management*. New York, Plenum. 240 p.
- GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, C.E. 1976. Pesticide resistance as an evolutionary phenomenon. *In* International Congress of Entomology (15, 1976). Proceedings. S.I., s.n. p 759-85.
- GONZALEZ, D. 1976. Crop protection in Latin America, with special reference to integrated pest control. *FAO Plant Protection Bulletin (Italia)* 24:65-77.
- ICAITI. 1977. An environmental and economic study of the consequences of pesticide use in Central American cotton. Guatemala, UNEP-ICAITI. 295 p.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. Dept. Producción Vegetal. 175 p.
- METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. ed. *Introduction to insect pest management*. New York, Wiley. 587 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. *Manejo y control de plagas de insectos*. México, Limusa. 522 p.
- PATERSON, A. 1953. *A manual of entomological techniques*. Ann Arbor, Mich., Edwards. 367 p.
- SMITH, R.F. 1971. Fases en el desarrollo del control integrado. *Boletín Sociedad Entomología de Perú*. (Perú) 6:54-56.

Patógenos

- ACUÑA, H. 1976. Manual de enfermedades de cultivos tropicales. CENTA, Boletín Técnico No. 6. 78 p.
- AGRIOS, G. 1986. Fitopatología. México, D.F. Editorial Limusa. 754 p.
- ALAS, A. 1963. Fusariosis del tomate. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador. 42 p.
- COOK, M.; SASSER, M. 1980. Prevention the key to controlling bacterial spot and bacterial speck of tomato. Plant Disease (EE.UU) 64(9):831-834.
- DE LEON, G. 1985. DINA-RPS, tomate industrial y de mesa resistentes a marchitez bacteriana. Panamá, IDIAP. 5 p.
- DOOLITTLE, S.P.; TAYLOR, A.L.; DANIELSON, L.L. 1961. Tomato diseases and their control. U.S.D.A. Agriculture Handbook No. 203.
- ENFINGER, J.; McCARTER, S.; JAWORSKI, C.A. 1979. Evaluation of chemicals and application methods for control of bacterial wilt of tomato transplants. Phytopathology (EE.UU) 69:637-640.
- GIL, C.; BARAHONA, H.; PUQUIRRE, E.; LARIOS, J. 1988. Evaluación de 11 variedades de tomate con resistencia a marchitez bacterial. In Seminario Nacional sobre Manejo Integrado de Plagas (2; 1988, San Salvador, Salv). Memoria de Resúmenes. Turrialba, C.R., CATIE. p. 78. Serie Técnica. Informe Técnico, no. 1450.
- GONZALEZ, L.C. 1979. Principales enfermedades de los cultivos de Costa Rica. San José, C.R. UCR, Facultad de Agronomía. 140 p.
- GRACIA, O. FELDMAN, J.; PONTIS, R.; BONINSEGUA. 1968. Some viruses affecting tomatoes and peppers in Argentina. Plant Disease Reporter (EE.UU). 52(9):674-676.
- GRANADA, G.A.; SEQUEIRA, L. 1983. A new selective medium for *Pseudomonas solanacearum*. Plant Disease (EE.UU.) 67:1084-1088.
- HERNANDEZ, J.; MOLINA, M. 1984. Evaluación de líneas de tomate para industria con tolerancia a la marchitez bacterial causado por *Pseudomonas solanacearum*. In Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual 1983. Alajuela, CR, La Estación. p. 93.
- International Planning conference and Workshop on the Ecology on Control of Bacterial Wilt Caused by *Pseudomonas solanacearum*. (1976, Raleigh, North Carolina). SEQUEIRA, L. KELMAN, A. Eds. North Carolina, 166 p.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; ALPHONSE, M. 1988. Informe del experimento TU87-13: Estudio de la filosfera de la hoja de tomate y su relación con *Alternaria solani* en trópico húmedo, Turrialba, C.R. Proyecto MIP/CATIE. Mimeografiado. 12 p.

- _____; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A. 1988. Respuesta de líneas de tomate a *P. solanacearum* y a *A. solani* en el trópico húmedo de Costa Rica. In Reunión de Fitopatología (28, 1988, San Andrés, Colombia). Memoria. San Andrés, Col, A.P.S. p. 5.
- KISHUN, R. 1981. Effect of antibiotics and fungicides on bacterial wilt of tomato. In International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. (1981, Cali, Col.) Ed. J.C. Lozano. Proceedings. Cali, Col, CIAT. p. 575-579.
- KRAUZ, J.; THURSTON, H.D. 1975. Breakdown of resistance to *Pseudomonas solanacearum* in tomato. Phytopathology (EE.UU.) 65:1271-1274.
- LASSO, R. 1974. Desarrollo de variedades de tomate industrial tolerantes a *Pseudomonas solanacearum* mediante cruza interespecífica. Fitotecnia Latinoamericana (Ven) 10(1):46-51.
- MARTINEZ, G.; GALVEZ, G.E. 1968. Transmisión del virus del mosaico del tabaco a plantaciones de tomate a través de las manos de fumadores. Revista ICA (Col) 3(1):13-20.
- MERCADAL, R. 1989. Incidencia a marchitez bacterial en el cultivo de tomate en respuesta a niveles de estiércol y cal en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 115 p.
- MEW, T.W.; HO, W.C. 1976. Varietal resistance to bacterial wilt in tomato. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 60(3):264-268.
- OAVES, M. 1986. Taxonomy of plant pathogenic coryneform bacteria. Annual Review Phytopathology (EE.UU.) 24:115-140.
- OCAÑA, G. 1972. Determinación del agente causal del tallo hueco; una nueva y grave enfermedad del tomate en Panamá. In Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía. Programa de Labores de Investigación Agropecuaria 1971-72. Panamá, La Universidad. p. 124-136.
- ORTHO. All about tomatoes. s.f. s.l., Editorial Sun Set Book. 68 p.
- PERCHES, S.; GALINDO, J. 1967. Supervivencia del *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, causante del tizón tardío de la papa y jitomate. Agrociencia (Méx) 1(2):92-98.
- PEREZ, J.E.; CORTES-MONLLOR, A. 1961. *Xanthomonas vesicatoria* in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (P.R.) 45(4):304-310.
- SCHNEIDER, R., GROGAN, R. 1977. Bacterial speck of tomato: sources of inoculum and establishment of a resident population. Phytopathology (EE.UU.) 67:3818-394.
- SHERF, A.F., MACNAB, A.A. 1986. Vegetable diseases and their control. 2. ed. New York, Wiley. 727 p.
- SMITLEY, O., McCARTER, S. 1982. Spread of *Pseudomonas syringae* pv tomato and role of epiphytic populations and environmental conditions in disease development Plant Disease (EE.UU.) 66:713-717.

- SONODA, R.M.; AUGUSTINE, J. 1978. Reaction of bacterial wilt resistant tomato line to *Pseudomonas solanacearum* in Florida. *Plant Disease Reporter* (EE.UU.) 62:464-466.
- THURSTON, D. 1976. Resistance to bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*). In International Planning Conference and Workshop on the Ecology and Control of Bacterial Wilt Caused by *Pseudomonas solanacearum*. (1; 1976, Raleigh, North Carolina). Raleigh, N.C., The University. p. 58.
- THYR, B.; SAMUEL, M.; BROWN, P.G. 1975. New solanaceas host records for *Corynebacterium michiganense*. *Plant Disease Reporter* (EE.UU.) 59:595-598.
- VAKILI, N.G. 1967. Importance of wouls in bacterial spot (*Xanthomonas vesicatoria*) of tomatoes in the field. *Phytopathology* (EE.UU.) 57:1099-1103.
- VICTORIA, J.; JARAMILLO, J. 1981. Resistance to *Erwinia chrysantemi* in tomato. In International Conference on Plant Pathogenic Bacteria (1981, Cali, Col.). Proceedings. J.C. Lozano ed. Cali, Col., CIAT. p. 472-475.
- WALKER, J.C. 1952. Diseases of vegetables crops. New York. McGraw-Hill. 529 p.
- WALTER, J.M. 1967. Hereditary resistance to disease in tomato. *Annual Review of Phytopathology* (EE.UU.) 5:131-162.
- WATTERSON, J. 1986. Tomato diseases. California, EE.UU., Peto Seed. 48 p.
- WISTEAD, N.; KELMAN, A. 1952. Inoculation technique for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* (EE.UU.) 42:628-634.
- YANG, CH. 1988. Bacterial and fungal diseases of tomato. In International Symposium on Tropical Tomatoes. (1, 1979, Taiwan). Proceedings. Taiwán, AVRC, p. 11-123.

Manejo del Cultivo

- ALAS, J. 1989. Efecto del calcio y fósforo sobre la severidad del tizón temprano (*A. solani*) en el cultivo del tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 107 p.
- ANDINO, J.S.; GARRO, J.E.; DE LA CRUZ, R. 1989. Efecto del glifosato en pretrasplantes y siembra directa sobre el crecimiento del cultivo de tomate. *Manejo Integrado de Plagas*. (CR) no. 12:1-11.
- BERSCHT, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. San José, C.R., Universidad de Costa Rica. Vicerectoría de Acción Social. 78 p.
- COWELL, R. Ed. 1979. International Symposium on tropical tomato. (1; 1974, Taiwan). Proceedings. Taiwan, AVRC. 289 p.
- CUELLAR, R. 1978. Ensayos comparativos de amarre de injertos resistentes a la marchitez del tomate. *Investigaciones agropecuarias*. (Pan) 1976-1977:205-217.

- DAVES, O.; HALMOS, S. S. 1956. The effect of air moisture on the predisposition of tomato to bacterial spot. *Plant Disease Reporter* (EE.UU) 42:110:151.
- DE LEON, G. 1986. Un modelo de mejoramiento genético para la obtención de resistencia a *Pseudomonas solanacearum* en tomate. *In* Seminario Taller de Fitopatología (1985, Panamá). Memorias. Panamá, MIP/CATIE p. 35-40.
- _____. 1987. Proceso para la obtención de resistencia de tomate a *Pseudomonas solanacearum* en Panamá. Manejo Integrado de Plagas. (CR) no. 5:11-15.
- _____; LASSO, R.; NAME B. 1979. Guía para el cultivo del tomate industrial. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Publicación Técnica no. 9.
- _____; LASSO, G. 1978. Tomate (fitomejoramiento). *In* Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Programa de Investigación Agrícola 1977-78. Panamá, IDIAP. p. 100-103, 108-109.
- DUARTE, O.; VELEZ FORTUÑO, J. WAFIE, B. 1977. Evaluación de cultivares de tomate en El Salvador. *In*: Reunión Anual PCCMCA (23, 1977, Panamá). Memorias. Panamá, PCCMCA. p. 13/1-6.
- GARITA, C.; LOPEZ, C. 1984. Respuesta de tomate a dosis crecientes de fósforo en un Ustic Humi tropept de la zona de Grecia. *In* Congreso Agronómico Nacional (6, 1984, San José, C.R.) Resúmenes. San José, C.R.; Colegio Ingeniero Agrónomos. p. 98-99.
- GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS . 1986. Cultivo del tomate. Ministerio de Agricultura, Sector Público Agrícola. Dirección General de Servicios Agrícolas. 18 p.
- HARPER, J.L. 1977. Population Biology of Plants. New York, Academic Press. 882 p.
- HERNANDEZ, J. 1984. Selección de variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Costa Rica. *In* Congreso Agronómico Nacional. (6; 1984, San José, C.R.), Memorias. San José, C.R., Colegio de Agrónomos. v. 2 p. 141-153.
- _____; MOLINA, M. 1984. Evaluación de 13 cultivares de tomate para mesa en al zona de Grecia (Costa Rica). *In* Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual 1983. Alajuela, C.R., La Estación. p. 91-92.
- _____. 1982. Evaluación de 16 cultivares de tomate para mesa. *In* Congreso Agronómico Nacional (5; 1982, San José, C.R.). Memorias. San José, C.R., Colegio Ingenieros Agrónomos p. 158.
- HONDURAS SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1970. Guía para el sembrador de tomates. Tegucigalpa, Hond., Secretaría de Recursos Naturales, Departamento de Fitopatología y Entomología. 75 p.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E. 1987. Informe de trabajo del Exp. Tu87-7: Estudio preliminar de diversos patrones de fertilización sobre la incidencia de enfermedades en trópico húmedo. Turrialba, C.R., Proyecto MIP/CATIE. 10 p.

- KORYTKOWSKI, CH. 1985. Alternativas para el establecimiento de un programa de manejo integrado de plagas en tomate en Panamá. *In* Seminario-Taller de Entomología. (1985, Panamá). Memorias del Taller de Entomología. Panamá, MIP-CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. no. 72. p. 59-64.
- KRAUZ, J.; THURSTON, H.D. 1975. Breakdown of resistance to *Pseudomonas solanacearum* in tomato. *Phytopathology* (EE.UU) 65:1271-1274.
- LEON, H.; AROSEMENA, M. 1980. El cultivo del tomate para consumo fresco. Sinaloa, Méx., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 182 p.
- MEDINA, L. 1987. Respuesta de tomate (cv Catalina) en diferentes densidades de siembra, Garita, Alajuela. Tesis Ing. Agr. Tacaes, C.R. Centro Universitario del Occidente UCR. 98 p.
- MEW, T.W.; HO, W.C. 1977. Effect of soil temperature on resistance of tomato cultivars to bacterial wilt. *Phytopathology* 67(7):909-911.
- MOLINA, M.; HERNANDEZ, J. 1983. Guía de producción de tomate. Alajuela, C.R., Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Programa de Hortalizas. 5 p.
- MONTES, A. 1983. Guía para el cultivo del tomate. El cultivar Santa Cruz en el Valle de Comayagua, Honduras. Tegucigalpa, Hond; Serie de Materiales de Enseñanza No. 20. 15 p.
- OHEP, J.C.; MACADAN, J.E. 1982. Evaluación inicial de 95 cultivares de tomate en el estado de Veraguas, Venezuela. *In* Reunión Anual PCCMCA. (28; 1982, San José, C.R.). Memorias. San José, C.R., PCCMCA v.7. p. 21.
- RAMIREZ, C. 1986. Determinación intervalos de riego para tomate industrial en Alajuela, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., UCR. Facultad de Agronomía, UCR. 75 p.
- SOTO GUEVARA, L.M. 1989. Evaluación de frijol como componente del sistema tomate-frijol en el manejo integrado de plagas de tomate El Oasis, Zacapa, 1987. *In* Seminario Nacional de Manejo Integrado de Plagas (2; 1988, San Salvador, Salv). Memoria de Resúmenes. Turrialba, CR, CATIE-MIP-CENTA. p. 77. Serie Técnica. Informe Técnico, no. 145.
- STOLBERG, A.G.; BUSTAMANTE, E.; JIMENEZ, J.M.; LASTRA, R.; GONZALEZ, W. 1987. Caracterización y evaluación de 171 introducciones de tomate (*Lycopersicon* spp) contra patógenos de importancia económica en Costa Rica. *In* Reunión Anual del PCCMCA. (33, 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, PCCMCA. s.p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1985. Integrated pest management for tomatoes. California, The University. Public. 3274. 104 p.
- VELEZ-FORTUÑO, J.; DUARTE, O.; WAITE, R. 1977. Evaluation of tomato varieties in El Salvador, Central America. *Vegetables for the hot. Humid Tropics*. no. 2:63-65.
- VENTURA, J. 1979. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en tomate. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Salv. Universidad de El Salvador, . 40 p.

Diagnóstico

- ALONSO, F.; PALMA, M. 1985. Diagnóstico parasitológico preliminar de los principales cultivos de El Salvador. San Salvador, Salv, CATIE/CENTA. 23 p.
- ALVARADO, E.; CAJAS, C.; ROSSET, R. 1989. Comparación de métodos de muestreo y manejo de insectos en tomate. *In* Seminario Nacional de Manejo Integrado de Plagas (2., 1988, San Salvador, Salv). Memoria de Resúmenes. Turrialba C.R., CATIE-MIP-CENTA. Serie Técnica. Informe Técnico No. 145.
- CALVO, G.A.; FRENCH, J.B. 1989. Evaluación agroeconómica del cultivo de tomate en el sector occidental del Valle Central. *In* Congreso Agronómico Nacional (3., 1989, Cartago, C.R.) Resúmenes. San José C.R., Colegio de Ingenieros Agrónomos. sp.
- LASTRA, R.; MENESES, R. 1986. Inventario de plagas y enfermedades de Costa Rica. San José, C.R., CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 80. 30 p.
- MONTERROSO, D.; BUSTAMANTE, M. 1986. Aspectos generales del desarrollo agrícola y principales problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Honduras. Tegucigalpa; Hond., CATIE/MIP. Serie Técnica. Informe Técnico no. 128. 61p.
- _____; PAREJA, M. 1985. Inventario de los problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Guatemala. Guatemala, MIP/CATIE. 54 p.
- PINOCHET, J. 1985. Inventario de plagas y enfermedades de Panamá. Panamá, MIP-CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico, no. 70. 18 p.

Plagas Invertebradas

- BARILLAS, E. 1989. Control supervisado vrs programado de plagas insectiles en tomate industrial. *In* Seminario Nacional de Manejo Integrado de Plagas (2, 1988, San Salvador, Salv). Memoria de Resúmenes. Turrialba, C.R., CATIE-MIP-CENTA. Serie Técnica. Informe Técnico. no. 145. p. 76.
- CAJAS, M.; ALVARADO, E.; CHIRI, A. Determinación preliminar de organismos benéficos en tomate Valle de San Jerónimo. *In* Seminario Nacional de Manejo Integrado de Plagas (2., 1988, San Salvador, Salv). Memoria de Resúmenes. Turrialba, C.R., CATIE-MIP-CENTA. Serie Técnica. Informe Técnico. no. 145. p. 74.
- CALDERON-VEGA, M. 1989. Reacción de germoplasma de cafeto a *Meloidogyne arabicida*, gamma de hospedantes y organismos asociados. Tesis de Mag.Sc. Turrialba, C.R.; CATIE. 80 p.
- GIL, C.; BARAHONA, H., PUANIRRE, E.D.; LARIOS, J. 1988. Evaluación de la solarización como método de desinfestación de suelo para semilleros de tomate. *In* Seminario Nacional sobre Manejo Integrado de Plagas. (2; 1988, San Salvador, Salv). Memoria de Resúmenes. Turrialba, C.R., CATIE-MIP-CENTA. Serie Técnica. Informe Técnico, no. 145. p. 79.

- GORDON, R. 1985. Control y fluctuaciones de insectos enrolladores de la hoja del tomate, *Keiferia lycopersicella* y *Scrobipalpa* sp. In Seminario-Taller de Entomología (1985, Panamá). Memorias del Taller de Entomología, Panamá, MIP-CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. no. 72. p. 47-50.
- _____. 1986. Control y fluctuaciones de insectos enrolladores de la hoja del tomate *Keiferia lycopersicella* y *Scrobipalpa* sp. Manejo Integrado de Plagas. (C.R.) no. 1:17-20.
- GUZMAN, R.; HERNANDEZ, J. 1988. Determinación del nivel crítico de población del nematodo *Meloidogyne* sp. en el cultivo del tomate. In Seminario Nacional sobre Manejo Integrado de Plagas (2; 1988, San Salvador, Salv.). Memorias de Resúmenes. Turrialba, C.R., CATIE-MIP. p. 60.
- JATALA, P. 1985. El nematodo falso nodulador de la raíz *Nacobbu*s spp. In Fitonematología Avanzada. N. Marbán-M.; I.J. Thomason (eds). Montecillo, Méx., Colegio de Posgraduados. p. 47-55.
- MARBAN-M., N. 1985. Quimioterapia en nematodos. In Fitonematología Avanzada I. N. Marbán-M.; I.J. Thomason (eds). Montecillo, Méx., Colegio de Posgraduados. p. 259-286.
- _____. 1988. Elementos para un sistema de manejo integrado de fitonematodos. Manejo Integrado de Plagas (C.R.). no. 9:39-52.
- OCHOA, R.; VON LINDENMAN, G. 1988. Importancia de los ácaros en los cultivos de tomate (*Lycopersicum esculentum*) y chile dulce (*Capsicum annum*) en Panamá. Manejo Integrado de Plagas. no. 7:25-36.
- PINOCHET, J. 1977. Occurrence and spatial distribution of root-knot nematodes on banana and plantains in Honduras. Plant Disease Reporter (EE.UU.). 61:518-520.
- _____; GUZMAN, R. 1987. Nematodos asociados a cultivos agrícolas en El Salvador: su importancia y manejo. Turrialba. (CR 37(2):137-146.
- _____; VENTURA, O. 1980. Nematodes associated with agricultural crops in Honduras. Turrialba (CR) 30(1):43-47.
- ROSSET, P. 1988. El manejo de insectos en tomate: algunas consideraciones sobre la experiencia en Centroamérica. Manejo Integrado de Plagas (CR). no. 7:1-12.
- SASSER, J.N.; FRERMAN, D.W. 1987. A world perspective on nematology: The role of the society. In: Vistas on Nematology, A Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologist. A. J. Veech and D.W. Dikson (eds). Hyattsville, Maryland, Pub. Society of Nematology.