

CATIE
ST
IT-201



Guía para el
manejo integrado de plagas
del cultivo de
chile dulce

Centro
Agronómico
Tropical
de Investigación
y Enseñanza



Programa
de Producción
y Desarrollo
Agropecuario
Sostenible

Proyecto Manejo Integrado de Plagas

Turrialba, Costa Rica

**GUIA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS
DEL CULTIVO DE CHILE DULCE**

Serie Técnica
Informe Técnico No. 201

**GUIA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS
DEL CULTIVO DE CHILE DULCE**

CATIE. Proyecto Regional
Manejo Integrado de Plagas

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

Turrialba, Costa Rica
1993

CATIE
ST
TT 201

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro, autónoma, con carácter científico y educacional, que realiza, promueve y estimula la investigación, la capacitación y la cooperación técnica en la producción agrícola, pecuaria y forestal, con el propósito de brindar alternativas a las necesidades del trópico americano, particularmente a los países del Istmo Centroamericano y de las Antillas. Fue creado en 1973 por el Gobierno de Costa Rica y el IICA. Acompañando a Costa Rica como países socios han ingresado Panamá en 1975, Nicaragua en 1978, Honduras y Guatemala en 1979, República Dominicana en 1983, El Salvador en 1987, México y Venezuela en 1992.

635.643

G943 Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. -- Turrialba, C.R. : CATIE, 1993. 168 p.; 24 cm.-- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 201)

ISBN 9977-57-138-4

1. Capsicum annum - Plagas - Control integrado I. CATIE. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales II. Título III. Serie.



ISBN 9977-57-138-4

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE),
Turrialba, Costa Rica,
1993

Como homenaje póstumo, dedicamos esta obra a nuestro colega

José Martí Jiménez Mora

COMO USAR ESTE LIBRO

Esta obra no es un manual de recomendaciones, sino una guía. Se espera que el usuario encuentre aquí pautas que lo guíen a prestar ayuda eficiente en el combate de las plagas del chile dulce. El término plagas se refiere a todos los organismos que son competidores o antagónicos con el cultivo.

La tabla de contenido se preparó con suficiente detalle (páginas IX-XIV); además, se incluye un preámbulo (página XXI) en el que se describe la estructura de la publicación y sus partes. El contenido y el preámbulo son los elementos que debe revisar inicialmente quien utilice la guía por primera vez. Al final del libro, se incluye también un índice alfabético y una bibliografía selecta, cuya consulta ayudará a los lectores asiduos.

Antes de consultar la obra se aconseja al lector no sólo familiarizarse con la tabla de contenido y el preámbulo, sino también examinar brevemente los cuadros 2 y 3 (página 20), 8 (página 33), 12 (página 125) y 13 (página 127), y las figuras 9 (página 39) y 10 (página 40).

CONTENIDO

Dedicatoria	V
Cómo usar este libro	VII
Presentación	XV
Reconocimientos	XVII
Preámbulo	XXI
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	7
Control natural	7
Biología y ecología de los organismos	7
El cultivo como enfoque central	7
Muestreo y uso de umbrales económicos	7
Efectos secundarios de la fitoprotección	8
1.5 Estrategias Usadas en el Manejo Integrado de Plagas	8
1.6 Tácticas Usadas en el Manejo Integrado de Plagas	9
Control biológico	9
Control fitogenético	9
Prácticas culturales	9
Controles mecánicos y físicos	9
Medidas legales	10
Control autocida	10
Control etológico	10
Control químico	10
2. EL CULTIVO DEL CHILE DULCE	11
2.1 Aspectos Económicos	11
2.2 Crecimiento y Desarrollo	12
Necesidades nutricionales	13
Agua	15
Temperatura	15
Luz	16

	Fenología y desarrollo	16
	Germinación y emergencia	16
	Crecimiento de la plántula	16
	Crecimiento vegetativo rápido	18
	Floración y fructificación	18
3.	DIAGNOSTICO EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS ..	21
3.1	Diagnóstico Socioeconómico	21
	Importancia de los factores económicos en el control	
	de plagas	21
	Metodología	21
	Información que se debe obtener	22
3.2	Diagnóstico de Plagas	27
	Plantas enfermas	28
	Planta entera y raíces	28
	Hojas, flores, yemas y ramas tiernas	29
	Tallos y ramas	29
	Materiales carnosos	29
	Acaros e insectos	29
	Malezas	29
	Otras consideraciones	30
3.3	Diagnóstico de Plagas del Chile Dulce	33
3.4	Presencia de las Plagas en las Diferentes Etapas Fenológicas	38
4.	PLAGAS DEL CULTIVO	41
4.1	Prevención de las Plagas	41
	Uso de variedades resistentes	41
	Uso de semilla seleccionada o certificada	41
	Selección del campo y rotación de cultivos	43
	Preparación del suelo	43
	Obtención de semilla	43
	El semillero	43
	Trasplante	44
	Densidad de plantación	44
	Uso de tutores	45
	Fertilización	45
	Riego	46
	Sanidad	48
4.2	Descripción y Manejo de Plagas Invertebradas	49
	Insectos y ácaros	49
	<i>Anthonomus eugenii</i> , picudo del chile, gorgojo del pimiento, antónimo del pimiento, centorrinco, falsa potra, barrenillo del pimiento.	50
	Descripción	51
	Daño	52
	Comportamiento y ecología	52
	Opciones de manejo	53

<i>Neosilba</i> sp., mosca del chile, mosca del pimentón	55
Descripción	56
Daño	57
Comportamiento y ecología	57
Opciones de manejo	59
<i>Diabrotica</i> spp., tortuguilla, vaquita	60
Descripción de los adultos	60
Daño	60
<i>Bemisia tabaci</i> , mosca blanca	61
Descripción	61
Daño	61
Comportamiento y ecología	61
Opciones de manejo	62
Afidos	63
<i>Myzus persicae</i> , pulgón, áfido verde amarillento de las solanáceas	64
<i>Aphis gossypii</i> , áfido del algodón, pulgón de las cucurbitáceas	64
Manejo	64
Gusanos del fruto	65
<i>Spodoptera</i> spp., gusanos del fruto	65
Comportamiento y ecología	66
Descripción de las especies	66
<i>Spodoptera exigua</i> , gusano del fruto	66
<i>Spodoptera eridania</i> , gusano del fruto	66
<i>Spodoptera sunia</i> , gusano del fruto	67
<i>Spodoptera latifascia</i> , gusano del fruto	67
Daño	67
<i>Estigmene acrea</i> , gusano peludo	68
<i>Heliothis zea</i> y <i>Heliothis virescens</i> , gusanos del fruto	68
<i>Manduca sexta</i> , gusano cornudo, gusano cachón	69
Descripción	69
Daño	69
Comportamiento y ecología	70
Opciones de manejo	70
Gusanos cortadores	70
Opciones de manejo	71
Minadores	71
<i>Liriomyza</i> spp., minador de la hoja	71
Descripción	71
Daño	72
Comportamiento y ecología	72
Acaros	72
<i>Polyphagotarsonemus latus</i> , ácaro blanco, ácaro tostador de la papa, ácaro del chile, ácaro tropical	72
Manejo	74
<i>Tetranychus urticae</i> , araña roja, ácaro de las manchas, arañuela roja	74

	Manejo	75
	Plagas insectiles menores	75
4.3	Descripción y Manejo de los Patógenos	77
	Actividades fisiológicas afectadas por los patógenos	77
	Absorción y traslocación de agua y nutrientes	77
	Fotosíntesis	77
	Formación y desarrollo de los frutos	78
	Maduración de los frutos en poscosecha	78
	Principales enfermedades del chile en América Central	78
	<i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora capsici</i> y <i>Rhizoctonia</i> spp., mal del talluelo	79
	<i>Phytophthora capsici</i> , marchitez fungosa	79
	Síntomas	79
	Epidemiología	80
	Manejo	80
	<i>Sclerotium rolfsii</i> , marchitez fungosa	81
	Síntomas	81
	Manejo	82
	<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>vasinfectum</i> , marchitez fungosa ..	82
	Síntomas	82
	Epidemiología	82
	Manejo	82
	<i>Cercospora capsici</i> , mancha cercospora	82
	Síntomas	83
	Epidemiología	83
	Manejo	83
	<i>Pseudomonas solanacearum</i> , marchitez bacteriana	83
	Síntomas	84
	Epidemiología	84
	Manejo	84
	<i>Erwinia</i> spp. y <i>Pseudomonas</i> sp., podredumbre húmeda de los frutos, podredumbre blanda bacteriana, podredumbre negra ..	85
	Síntomas	85
	Epidemiología	86
	Manejo	86
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>vesicatoria</i> , mancha bacteriana, añublo bacteriano, mancha angular de la hoja	87
	Síntomas	87
	Epidemiología	87
	Manejo	88
	Virus Y de la papa (PVY) y virus del grabado del tabaco (TEV)	88
	Síntomas	88
	Epidemiología	88
	Manejo	89
	Virus del mosaico del tabaco (TMV)	90
	Síntomas	90

	Epidemiología	90
	Manejo	90
	Nematodos	91
	Fitonematodos del chile dulce	91
	El nematodo nodulador	93
	Signos del ataque del nematodo nodulador	93
	Control de nematodos	94
	Búsqueda de fuentes de resistencia	94
	Exclusión de nematodos	94
	Métodos culturales	94
	Control biológico y químico	95
	Enfermedades abióticas	95
	Deficiencias de calcio y pudrición del extremo apical	95
	Quema del sol	96
4.4	Descripción y Manejo de las Malezas	97
	Relaciones de las malezas con los cultivos	97
	Biología y ecología de las malezas	97
	Interferencia de las malezas con el cultivo del chile dulce	97
	Descripción botánica de las malezas más comunes en el cultivo del chile dulce	99
	Trópico húmedo intermedio	99
	<i>Ageratum conyzoides</i> , santalucía, curarina	100
	<i>Emilia fosbergii</i> , clavelillo	101
	<i>Galinsoga ciliata</i> , mielcilla, olla nueva	102
	<i>Melampodium divaricatum</i> , flor amarilla	103
	<i>Melampodium perfoliatum</i> , flor amarilla	104
	<i>Eleusine indica</i> , pata de gallina	105
	<i>Borreria laevis</i> , botoncillo	106
	<i>Solanum americanum</i> , yerbamora	107
	<i>Verbena littoralis</i> , verbena	108
	Trópico seco bajo	109
	<i>Amaranthus spinosus</i> , bleado, huizquilite	109
	<i>Polanisia viscosa</i> , cachitos	110
	<i>Baltimora recta</i> , mirasol	111
	<i>Cyperus rotundus</i> , coyolillo, pimientilla	112
	<i>Euphorbia heterophylla</i> , pascuíta, lechosa	113
	<i>Cynodon dactylon</i> , bermuda, grama	114
	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> , caminadora	115
	<i>Desmodium</i> sp. (Fabaceae). pepa-pega	116
	<i>Sida acuta</i> , escobilla	117
	<i>Boerhavia erecta</i> , golondrina	118
	<i>Portulaca oleracea</i> , verdolaga	119
	<i>Kallstroemia maxima</i> , verdolaguita	120
	El manejo de las malezas en chile dulce	121
	Criterios para la selección de herbicidas	123
	Herbicidas usados en el cultivo del chile dulce	124
	Casos especiales con las malezas en chile dulce	128

	<i>Malampodium perfoliatum</i> y <i>Emilia fosbergii</i>	128
	<i>Cyperus rotundus</i>	128
5.	BIBLIOGRAFIA SELECTA	131
	Manejo integrado de plagas	131
	Manejo del cultivo	132
	Patógenos	136
	Invertebrados	138
	Malezas	139
6.	INDICE ALFABETICO	141

PRESENTACION

A fines de 1984, el CATIE inició 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 América Central y Panamá.

Las Guías para el 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 América Central y Panamá en los cultivos de maíz, repollo, tomate y chile dulce. Como toda investigación, sus resultados deben darse en el marco de la transferencia y difusión de las tecnologías desarrolladas. Es por esta razón que el CATIE pone estas guías a disposición de las instituciones nacionales, con la esperanza de que ellas constituyan instrumentos útiles de consulta para los técnicos y agricultores interesados en 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 de aplicación de recursos de organismos regionales. Ha sido una gran experiencia, tanto en la realización de la investigación como en la producción de las guías; es de esperar que se dé 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 afrontar, 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, Helga Blanco, Edgar Alvarado, Ronald Ochoa, Róger Meneses, Manuel Carballo, Peter Rosset, Daniel Coto, Helda Morales; Philip J. Shannon, del Programa de Cooperación Técnica Británica, (ODA).

Fitopatología

Elkin Bustamante, David Monterroso, José M. Jiménez Mora[†], Joaquín Larios.

Nematología

Nahúm Marbán.

Socioeconomía

James B. French y Gustavo Calvo.

Producción

Edición y diseño de producción: Humberto Jiménez Saa
Revisión Técnica y Apoyo Editorial: Luko Hilje y Orlando Arboleda
Documentación: Laura Rodríguez
Mecanografía: Giselle Alvarado y Alba Iris Calderón
Dibujos de Malezas: Francisco Hogdson

XVIII

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.

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 Luis Rodríguez Valverde, Ruth Murillo, Ruth León, Gregorio Leandro, Rodolfo Amador, Jeanette Avilés, Stanley Bonilla, Guillermo Bonilla, Rogelio Chacón, Nelson Kooper, Sergio Quesada, Carlos Ramírez, Carlos Víquez, Viria Araya, Xinia Solano, Manuel Chacón, Denis Alpízar, Ileana Obando, Jorge Mora, Gustavo Ajún, Fernando Dobles. **Universidad de Costa Rica:** William González, Marco Moreira, Paul Hanson, Werner Rodríguez. **Universidad Nacional, Heredia:** Luko Hilje, Víctor 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 Cedeño. **Ministerio de Desarrollo Agropecuario, MIDA:** María Moreno. **Compañía Nestlé:** Aurelino Lamboglia.



PREAMBULO

*El chile dulce o pimentón es una forma poco picante de *Capsicum annuum* L., de la familia Solanaceae. El género *Capsicum* se originó en el continente americano y la especie *C. annuum* fue cultivada extensamente desde la época precolombina; durante los siglos XV y XVI fue llevada a Europa, Africa y Asia por los colonizadores españoles y portugueses. Actualmente hay una gran variedad de cultivares que van desde dulces a muy picantes, pero a nivel comercial predominan las formas menos picantes.*

El chile es rico en caroteno, vitamina C y minerales; en la región centroamericana se cultiva principalmente para venderlo fresco localmente.

El sistema de cultivo es altamente tecnificado con grandes inversiones, incluyendo el control de las plagas. Debe aclararse que el término "plagas" se utiliza en esta guía para referirse a todos los organismos que son competidores o antagónicos con el cultivo, como: hongos, bacterias, virus, micoplasmas, nemátodos, insectos, ácaros, malezas y otros.

La presente guía está dividida en cuatro capítulos, que presentan, en forma resumida, elementos básicos sobre el cultivo y sus problemas; esperamos que la información sea útil para técnicos, extensionistas y productores de chile dulce. Se plantean aquí alternativas en la selección de los métodos más apropiados para manejar las plagas, procurando que estén acordes con la situación particular del productor, con una visión integradora, en la que se tomen en cuenta los efectos colaterales de las acciones tomadas y las posibilidades de racionalizar los recursos de que dispone el agricultor.

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

El Capítulo 2 da a conocer la importancia del cultivo, en términos de los niveles y áreas de producción, comercialización, exportación y consumo nacional. También se incluye la fenología, la ecología y las generalidades del cultivo; la lectura cuidadosa de este capítulo ayudará significativamente a comprender los siguientes capítulos.

El Capítulo 3 enmarca el diagnóstico de los diferentes problemas que ocasionan daños en el chile dulce durante sus fases fenológicas; el diagnóstico se basa en los síntomas observados en el campo, que posteriormente son confirmados con la ayuda de los equipos de laboratorio y de campo con que cuentan las instituciones nacionales.

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

Esta publicación no es un manual de recomendaciones, sino una guía; se espera que el técnico encuentre en ella elementos y pautas que le orienten en su tarea de ofrecer asistencia a los agricultores para un manejo más eficiente de los problemas que afectan su cultivo. Algunas de las tecnologías propuestas han sido desarrolladas en una región y no necesariamente serán eficaces en otra; por lo tanto, esta información tiene el propósito de estimular actividades de comprobación y adaptación a las condiciones locales. Finalmente, se ofrece una bibliografía sobre chile dulce y un índice alfabético para la consulta de la obra.

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 hacer un mayor énfasis en utilizar como método de combate los plaguicidas sintéticos. Esta tendencia se originó en la segunda mitad del siglo XIX, con sales metálicas y compuestos arsenicales para combatir insectos, malezas y hongos en plantas cultivadas. Con la introducción del insecticida DDT, del herbicida 2,4-D y de herbicidas residuales, en los años 50, la tendencia llega a su etapa de mayor expansión.

Desde entonces, la producción de plaguicidas se ha incrementado, pues su éxito inicial acentuó la tendencia a confiar demasiado en su eficacia. Paralelamente, se abandonaron virtualmente 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 3000 veces la producción de plaguicidas en Estados Unidos pero, a la vez, se duplicó el porcentaje de pérdida de los cultivos por el ataque de plagas.

Un ejemplo cercano es el del algodón en América Central, en el cual se ha observado un patrón de uso creciente de insecticidas y, al mismo tiempo, un número progresivo de insectos plagas (Cuadro 1).

Estos datos evidencian el problema de la pérdida de eficacia de los productos químicos, lo que ha originado con frecuencia problemas económicos serios para los agricultores de la región.

El 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 brotes de plagas secundarias.

La **resistencia** se refiere a la tendencia de una plaga a no ser afectada por un plaguicida, el cual pierde eficacia tras su uso repetido contra ella; es un fenómeno común en el agro centroamericano. Muchas veces se ha visto la introducción de un producto "fulminante", que el primer año da resultados extraordinarios; en el segundo o tercer año, ya requiere una dosis doble para lograr el mismo efecto; en el quinto o sexto año habrá perdido su eficacia y las plagas se han vuelto resistentes al producto. En la figura 1, se observa el aumento de casos de resistencia *versus* la tasa de introducción al mercado de productos nuevos. De no cambiarse esta situación, llegará el día en que ya no existan productos eficaces.

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

	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

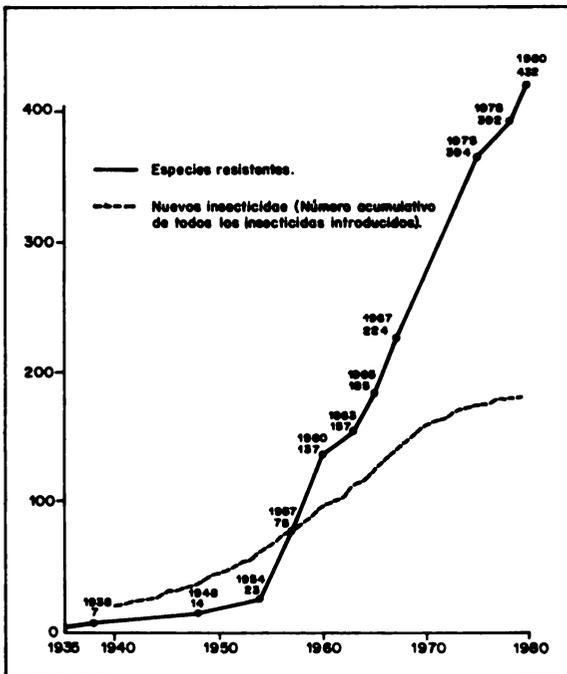


Figura 1: Especies resistentes de artrópodos y número acumulativo de nuevos insecticidas, entre 1938-1980. Fuente: Georgiou y Taylor (1976).

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 de 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 unos pocos individuos la 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. Las aplicaciones sobre generaciones sucesivas conducen finalmente a una población compuesta casi por completo de individuos resistentes.

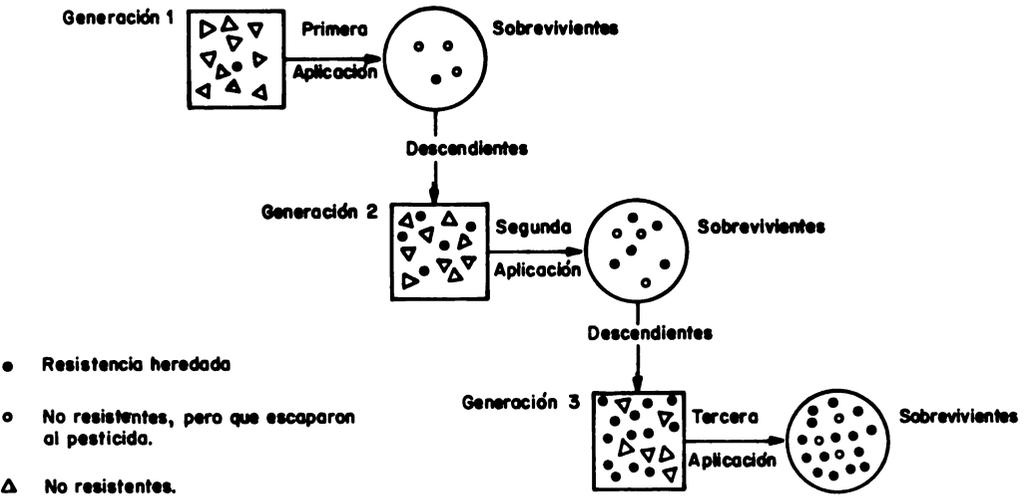


Figura 2: Evolución de la resistencia a plaguicidas. Modificado de Flint y van den Bosch (1977).

El resurgimiento de plagas primarias ocurre cuando una plaga, expuesta a las aplicaciones, resurge a niveles mayores que los encontrados anteriormente. 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 parasitoides).

Los enemigos naturales comúnmente ayudan, aunque sea en forma parcial, a controlar la población de la plaga. El tratamiento con un producto de espectro amplio, suprime la población de la plaga, pero también la de sus enemigos naturales. Estando ambas poblaciones en niveles muy bajos, los pocos enemigos que quedan no pueden encontrar suficientes presas (plagas) para sobrevivir y mueren de inanición o emigran del área. En esta forma, los pocos individuos resistentes de la plaga pueden multiplicarse sin el control de sus enemigos, resurgiendo poblaciones mayores que antes (Figura 3).

Un brote de plagas secundarias se presenta por un proceso parecido al anterior. En cualquier agroecosistema se presentan muchas especies en pequeños números que potencialmente podrían ser plagas, porque se alimentan del cultivo o compiten con él; sin

embargo, no tienen el *status* de plaga porque sus poblaciones son tan escasas que no provocan daño de importancia económica. Son escasas precisamente porque sus enemigos naturales las controlan; sin embargo, al eliminar los enemigos con el uso reiterado de plaguicidas de amplio espectro, sus poblaciones crecen hasta adquirir el *status* de plaga. En realidad, la única diferencia entre la plaga primaria y la secundaria es el grado de control natural existente, antes de aplicar el producto: en el caso de la primaria, el control no es suficiente como para evitar el daño económico, mientras que en el caso de la secundaria, sí lo es. El creciente número de especies de plagas en el algodón centroamericano, se explica por el fenómeno del brote de plagas secundarias (Cuadro 1).

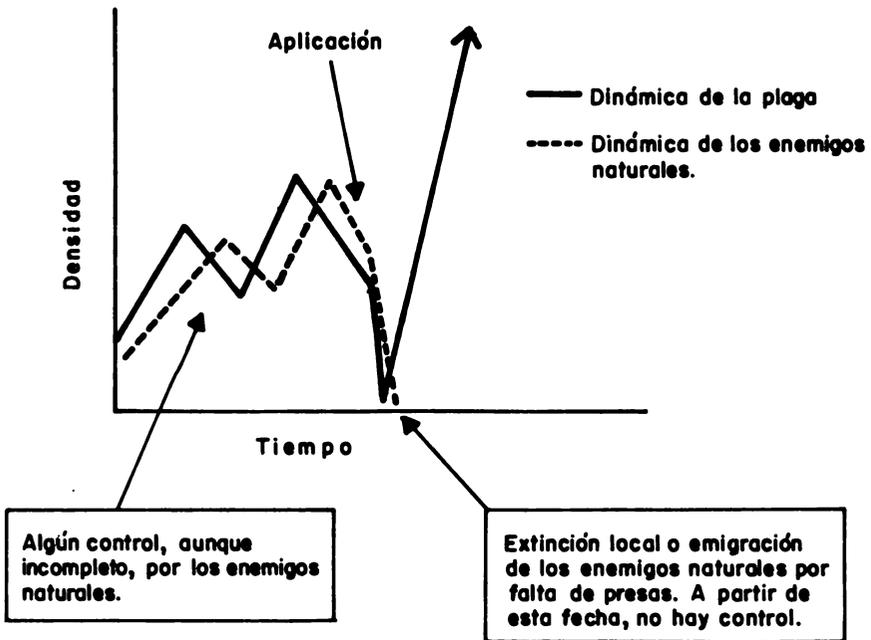


Figura 3. Resurgimiento de una plaga primaria.

El cultivo del algodón pasó por las etapas de **subsistencia**, con bajas cosechas y el control de plagas basado, principalmente, en prácticas culturales; luego vino una etapa de **incremento**, con mayores áreas de producción, uso de algunos productos agroquímicos y mejores cosechas.

La introducción de los insecticidas sintéticos dio paso a la etapa de **explotación**, en la cual se comenzaron a manifestar los fenómenos asociados al uso unilateral del control químico. Se presentaron después las etapas de **crisis** y **desastre**, en las que muchos algodoneros abandonaron el cultivo. Este fenómeno posiblemente se esté dando ya en otros cultivos, como las hortalizas. El reto de los fitoproteccionistas debe ser 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 sobre los cultivos, desencadenó 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 y

contaminación de aguas y suelos. Otros cultivos sometidos a ese mismo tipo de manejo, tales como el tomate, repollo, papa, chile y otras hortalizas, están experimentando problemas similares, por lo que se necesita poner en marcha programas de manejo integrado de plagas (MIP), para evitar que estos cultivos alcancen las etapas críticas por las que atravesó el algodón.

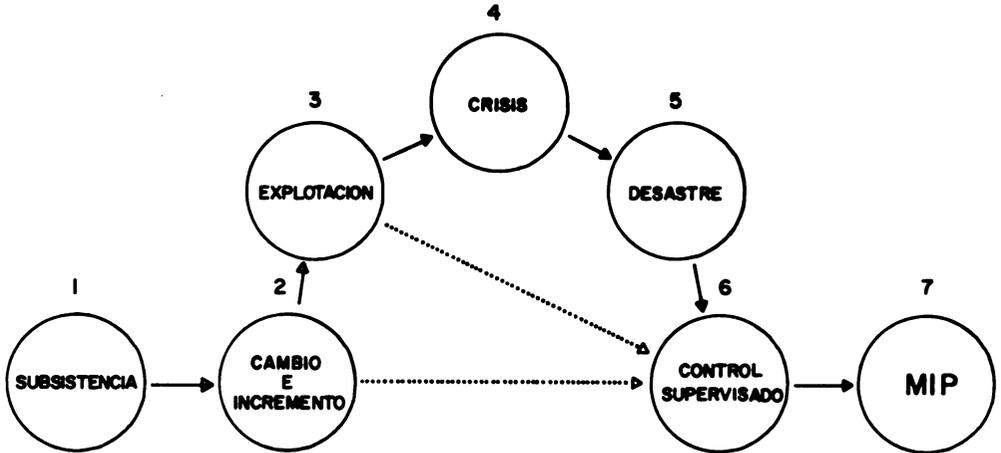


Figura 4. Fases históricas del cultivo del algodón, con las perspectivas de aplicarlas a otros cultivos, buscando pasar de las fases 2 o 3 directamente a la 6 y luego al MIP. Modificado de Smith (1971)

La conservación de los recursos naturales en un país o una región fortalece los programas de manejo integrado de plagas. La sostenibilidad de los sistemas de cultivo depende 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 facilitan 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, farmacológico y estético. En esas reservas biológicas encuentran refugio valiosas especies de enemigos naturales, con el potencial de uso como elementos reguladores de las poblaciones de plagas.

1.2 Bases Económicas del Manejo Integrado de Plagas

La práctica del manejo de las plagas agrícolas implica el uso de recursos que, por lo general, son escasos, tales como la tierra, la mano de obra y los insumos. La mano de obra familiar y contratada se requiere en la finca para realizar labores culturales, aplicación de plaguicidas, muestreo de plagas y tareas afines. El capital es indispensable para la compra de plaguicidas, semilla seleccionada, equipos de aspersión y otros insumos. Estos recursos representan costos, que el agricultor y la comunidad en general deben atender. A éstos se agregan otros costos que 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 relacionada con el uso de plaguicidas. Sin embargo, los impactos negativos no se limitan al uso de plaguicidas; por ejemplo, el uso inapropiado de algún agente de control natural podría generar costos demasiado altos, si no es específico para la plaga en cuestión. Asimismo, algunas prácticas culturales que benefician a un agricultor, pueden causar problemas a otros agricultores o a toda la comunidad.

Los factores que influyen económicamente en los programas de MIP varían, al igual que los factores ecológicos, los grupos de productores y las 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 particular relevancia cuando se trata de 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. Los umbrales económicos y los sistemas de alarma tienen este enfoque. Para que la inversión en 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

La inversión en algunas tácticas de control no siempre es rentable, porque implica gastos superiores a los beneficios del agricultor individual (ejemplo: un sistema de alarma). Además, 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 asumir los costos de la inversión y llevar a cabo 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 la 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 de los 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 de importancia económica. Existen plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos), organismos patógenos (hongos, bacterias, virus), malezas y vertebrados (roedores y aves, especialmente).

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

Los fundamentos o ideas centrales del MIP, constituyen las bases sobre las cuales debe apoyarse cualquier programa de control; a continuación se describen tales fundamentos.

El agroecosistema

El agroecosistema comprende una serie de componentes en íntima relación, que incluyen al cultivo, el suelo, las hierbas, la fauna, etc. Dichos componentes se consideran como subunidades interconectadas de un sólo sistema. Si un componente es perturbado, se pueden modificar otros elementos.

Control natural

La acción conjunta de factores físicos y biológicos de la naturaleza sobre las poblaciones de plagas es, con frecuencia, capaz de mantenerlas a niveles bajos; las prácticas de control natural son racionales y rentables, ya que ayudan a reducir las poblaciones de plagas potenciales. Un componente importante del control natural son los organismos benéficos, cuya acción es clave en la prevención de brotes de plagas potenciales. Todos los procedimientos de control deben armonizarse con el control natural.

Biología y ecología de los organismos

Para 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, hacen más fácil diseñar y aplicar procedimientos de manejo, para saber utilizar 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 sólo tienen importancia económica cuando afectan la productividad de un cultivo. Es necesario comprender la fisiología y la fenología de la planta, de las relaciones dinámicas entre sus etapas de crecimiento (fenología) y el ataque de las plagas, así como de sus reacciones -positivas o negativas- ante la aplicación de insumos y el uso de prácticas culturales.

Muestreo y el uso de umbrales económicos

Los muestreos periódicos en el campo generan información con respecto a la presencia de las plagas, 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 las plagas objeto del muestreo.

Esta información servirá para definir el nivel de daño económico y para establecer los niveles críticos, en los que se deben emprender 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, el control no resulta rentable. El umbral económico (UE) o "umbral de acción" se define como la densidad poblacional de la plaga en la cual 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 ejecución de las acciones de control. El UE, entonces, se encuentra a una menor densidad de la plaga que el NDE, lo que da un margen de tiempo para que tengan efecto las medidas de control.

Efectos secundarios de la fitoprotección

Los efectos secundarios de procedimientos impropios para el control de plagas, pueden ser altamente negativos para algunos sectores de la sociedad o para el ambiente. Las prácticas de 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, socioeconómicas y ambientales.

1.5 Estrategias Usadas en el Manejo Integrado de Plagas

Una estrategia de MIP 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** está muy difundida y obedece a la incertidumbre de los agricultores o de los fitoproteccionistas, quienes al no tener acceso a información exacta, prefieren "asegurarse de antemano" y aplicar medidas preventivas, principalmente plaguicidas, para proteger el cultivo. La **erradicación** implica la idea del aniquilamiento de las plagas, y es emprendida generalmente por los gobiernos, ya sea para destruir poblaciones recién llegadas 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 efectúa cuando una especie ha alcanzado niveles poblacionales intolerables. La respuesta tardía a problemas causados por la rata de campo o la langosta (chapulín) ejemplifica esta táctica. Por último, la **exclusión** se basa en medidas de tipo legal y técnico, destinadas a evitar el ingreso de una plaga en un país o región, como -por ejemplo- las medidas cuarentenarias. Es obvio que algunas de las estrategias mencionadas o su enfoque unilateral, no coincidan con la filosofía de MIP.

1.6 Tácticas del Manejo Integrado de Plagas

Las estrategias discutidas anteriormente se ponen en práctica utilizando una serie de tácticas, de tipo natural o artificial, que se detallan a continuación.

Control biológico

Comprende el uso de los enemigos naturales (depredadores, parasitoides 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 se puede manipular a su favor, aportándoles alimentos suplementarios y sitios de refugio, desde donde se pueden desplazar hacia los cultivos.

La cría masiva de enemigos naturales en insectarios y su posterior liberación entre los cultivos, es una práctica que puede tener efectos muy positivos en el manejo de las plagas. La importación y el establecimiento de enemigos naturales se conoce también como **control biológico clásico** e incluye la transferencia y establecimiento de enemigos naturales exóticos; por lo general, se usa 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; de algunos de ellos existen formulaciones comerciales disponibles 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 que se pueden aprovechar para reducir las poblaciones de plagas, tales como la preparación del suelo, el manejo del agua, los cultivos asociados, los cultivos trampa, el control de la época de siembra y de la cosecha.

Controles mecánicos y físicos

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

Medidas legales

Son mandatos gubernamentales o intergubernamentales que señalan a los agricultores el empleo de ciertas técnicas o que evitan el uso de otras. Los gobiernos pueden también llevar a cabo actividades como los esfuerzos de erradicación o de cuarentena, que los agricultores no podrían realizar individualmente. Estos esfuerzos gubernamentales, en forma nacional o regional, pueden ser valiosos aportes 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 utilizar más plaguicidas de lo necesario.

Control autocida

Este se ejemplifica esencialmente 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; otro es el esfuerzo por combatir, mediante esta técnica, a la mosca del Mediterráneo en América Central.

Control etológico

Consiste en usar distintos dispositivos químicos o físicos que afectan el comportamiento de los insectos, tales como los atrayentes y los repelentes; entre los primeros sobresalen las trampas con atrayentes sexuales o feromonas.

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 utilidad y demandan su manejo juicioso.

2. EL CULTIVO DEL CHILE DULCE

El chile pertenece a la familia de las solanáceas (*Solanaceae*), que incluye otras plantas comestibles domesticadas (tomate, papa, berenjena), poco domesticadas (miltomate), o no domesticadas pero de ciertos usos tradicionales (hierbamora, vuélvete-loco).

El chile dulce o pimentón, es una forma poco picante de *Capsicum annuum* L. y es la principal forma cultivada del género *Capsicum*. Este género tuvo su origen en el continente americano, probablemente en lo que hoy comprende la parte sur de Brasil, pero es probable que la especie *C. annuum* haya sido domesticado en México. En la región centroamericana existe una gran diversidad de cultivares que varían entre dulces a muy picantes y formas silvestres o semidomesticadas que comparten algunas características con especies como *C. chinense* y *C. frutescens*. Durante la época precolombina, el cultivo de *C. annuum* se difundió por la mayor parte del continente y durante los siglos XV y XVI los colonizadores españoles y portugueses la llevaron a Europa, Africa y Asia. Actualmente *C. annuum* se cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales del mundo.

Al igual que los otros miembros de la familia, el chile contiene alcaloides que funcionan como defensa contra muchas plagas; en el caso de la capscina en el chile, el alcaloide es responsable del sabor más o menos picante de los distintos cultivares y variedades. En los frutos maduros, la capscina se encuentra únicamente en la capas externas de la placenta y bajo la epidermis.

En América Central, *C. annuum* en todas sus formas es todavía una parte importante de la canasta familiar aunque, a nivel comercial, predominan las formas menos picantes, es decir, el chile dulce.

2.1 Aspectos Económicos

El chile dulce se produce principalmente para venderlo fresco localmente; los mercados son limitados, con pocas variaciones en la demanda, las cuales se dan principalmente debido a factores estacionales, tales como fiestas tradicionales. La siembra es estacional y responde a las expectativas de precios por parte de los productores y de la disponibilidad de tierra con agua suficiente. Los rendimientos dependen del nivel tecnológico aplicado por los productores, de los factores climáticos y de las plagas. Se dan grandes fluctuaciones en el precio del producto, debido a dos factores: las variaciones en la oferta y el hecho de ser un producto perecedero. Durante las épocas de sobreproducción, se dan casos en los que el productor

prefiere no cosechar y dejar perder el producto. El sistema de cultivo practicado en la región es bastante tecnificado. Se hacen grandes inversiones en semilla, fertilizantes, plaguicidas y materiales de distinto tipo. Ante las grandes fluctuaciones de los precios, tales inversiones representan riesgos altos para los productores.

Las plagas pueden ocasionar pérdidas sustanciales en la producción, reduciendo las ganancias del productor. En Honduras, se han reportado pérdidas de hasta 50% del rendimiento, debidas al picudo del chile (*Anthonomus eugenii*). En Guatemala, se han dado casos de pérdidas del 50% de la producción, debidas a marchitez fungosa. Este problema, combinado con el del picudo, ha inducido a muchos productores a abandonar el cultivo. En Costa Rica, se han reportado pérdidas de entre 35 y 50%, relacionadas con la mosca del chile (*Neosilba* sp.) y entre 20 y 50%, debidas a marchitez fungosa (*Phytophthora capsici*).

Al combatir las plagas, el productor espera recibir ganancias por su acción; por lo tanto, el control debe realizarse sólo cuando se justifique económicamente, o sea, cuando el costo del control sea 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. La táctica de combate practicada principalmente es el uso de plaguicidas, aplicados en forma casi calendarizada. En Guatemala, los agricultores han llegado a realizar hasta 18 aplicaciones contra el picudo del chile, en un ciclo de siembra.

En la región centroamericana, el gasto en plaguicidas para el control de insectos y enfermedades en el cultivo de chile dulce representa entre el 47 y 50% del gasto total en la compra de insumos; este gasto, más el costo de su aplicación, representa entre el 34 y 47% de los costos totales directos de producción (se excluyen el transporte al mercado y los costos indirectos) (Figura 5).

Las malezas son de menor importancia en el cultivo de chile dulce y se controlan principalmente con limpias manuales, aunque en algunas ocasiones se usan herbicidas; el costo de su control representa entre 1 y 6% de los costos totales directos de producción; sin embargo, en presencia del coyolillo (*Cyperus rotundus*), los costos pueden aumentar, llegando a representar hasta el 10% de los costos totales.

Las grandes pérdidas debidas a las plagas justifican la inversión en su control; sin embargo, actualmente el control -tal como lo ejecutan los productores- resulta muy costoso y poco eficiente. El MIP ofrece un papel muy importante en mejorar el control de las plagas y, simultáneamente, reducir sus costos; así se aumentarán los ingresos del productor y, a la vez, se mejorará su capacidad para afrontar las fluctuaciones en los precios del mercado.

2.2 Crecimiento y Desarrollo

La planta es un semiarbolito perenne de forma variable y alcanza entre 0.30 y 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad y de las condiciones climáticas. En la región, se practica el cultivo casi exclusivamente por trasplante, utilizando tanto plantas de porte bajo sin tutores, como plantas de porte alto con tutores. La planta se ramifica mucho y, cuando madura, la base del tallo puede ser semileñosa. Las hojas son de color verde oscuro, ovadas, puntiagudas con base -a menudo- asimétrica; el limbo mide entre 6 y 12 cm de longitud, aunque existe una amplia variación entre variedades. Las flores son de color blanco verdoso, con cinco pétalos unidos en la base. Las principales partes de la flor y el fruto

mencionadas en el texto de esta guía, se presentan en la figura 6. Por sus características florales, en la mayoría de los casos se produce autopolinización, aunque se menciona como factible un 15% de polinización cruzada.

El chile dulce necesita de ciertos factores de crecimiento para su desarrollo normal y el manejo de plagas debe hacerse en concordancia con tales factores. Los niveles de luz, agua, temperatura y nutrientes, afectan el crecimiento del cultivo e interaccionan con las plagas que lo atacan. Los cultivos bajo estrés pueden ser más vulnerables al ataque de plagas y mostrar sintomatologías que fácilmente pueden confundirse con los daños de éstas. Por otro lado, por tener un potencial reducido de rendimiento, el cultivo no siempre responde con incrementos en el rendimiento a las medidas de control de plagas. Como hay otros factores que limitan el potencial de rendimiento del cultivo o que reducen la eficacia de las prácticas de manejo de plagas, es necesario tomarlos en cuenta cuando se formulan las recomendaciones de manejo de plagas.

Quizás sea necesario dar prioridad a la solución de esos problemas, antes de enfrentarse a las plagas. A continuación se discuten brevemente tales factores.

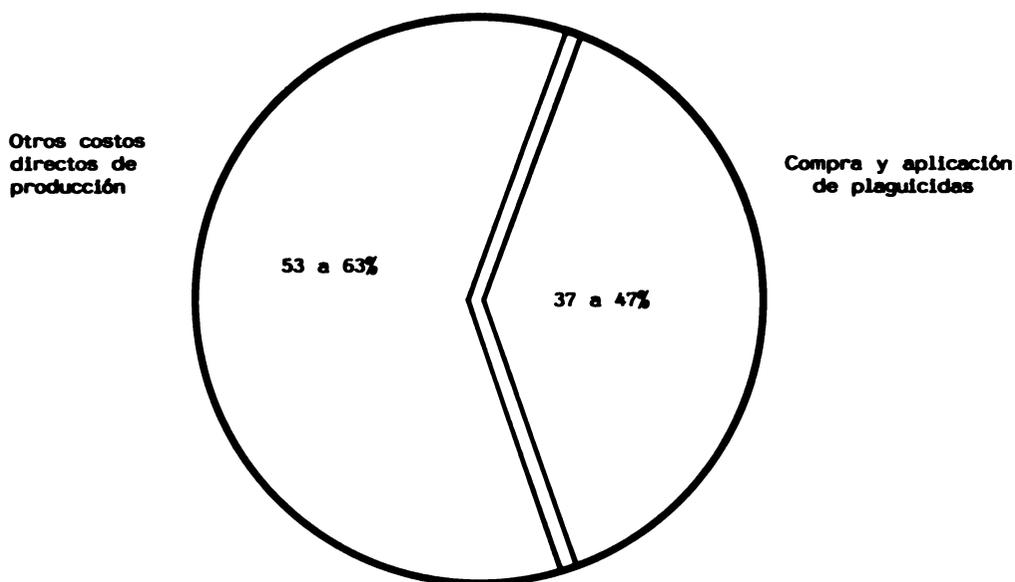


Figura 5. Costos totales directos de producción de chile dulce en América Central. Se excluye el transporte al mercado y los costos indirectos.

Necesidades nutricionales

Normalmente, el chile absorbe por las raíces la totalidad de los nutrientes que la planta necesita para su crecimiento; también, por ejemplo cuando se aplica un fertilizante foliar, el follaje absorbe pequeñas cantidades de algunos nutrientes. Por lo tanto, cualquier factor que interfiera en la absorción radical, induce el desarrollo anormal del cultivo y puede provocar síntomas similares a aquellos causados por algunos patógenos; tal efecto puede resultar de

deficiencias de nutrimentos en el suelo, ataque de plagas al sistema radical y competencia de las malezas por los nutrimentos.

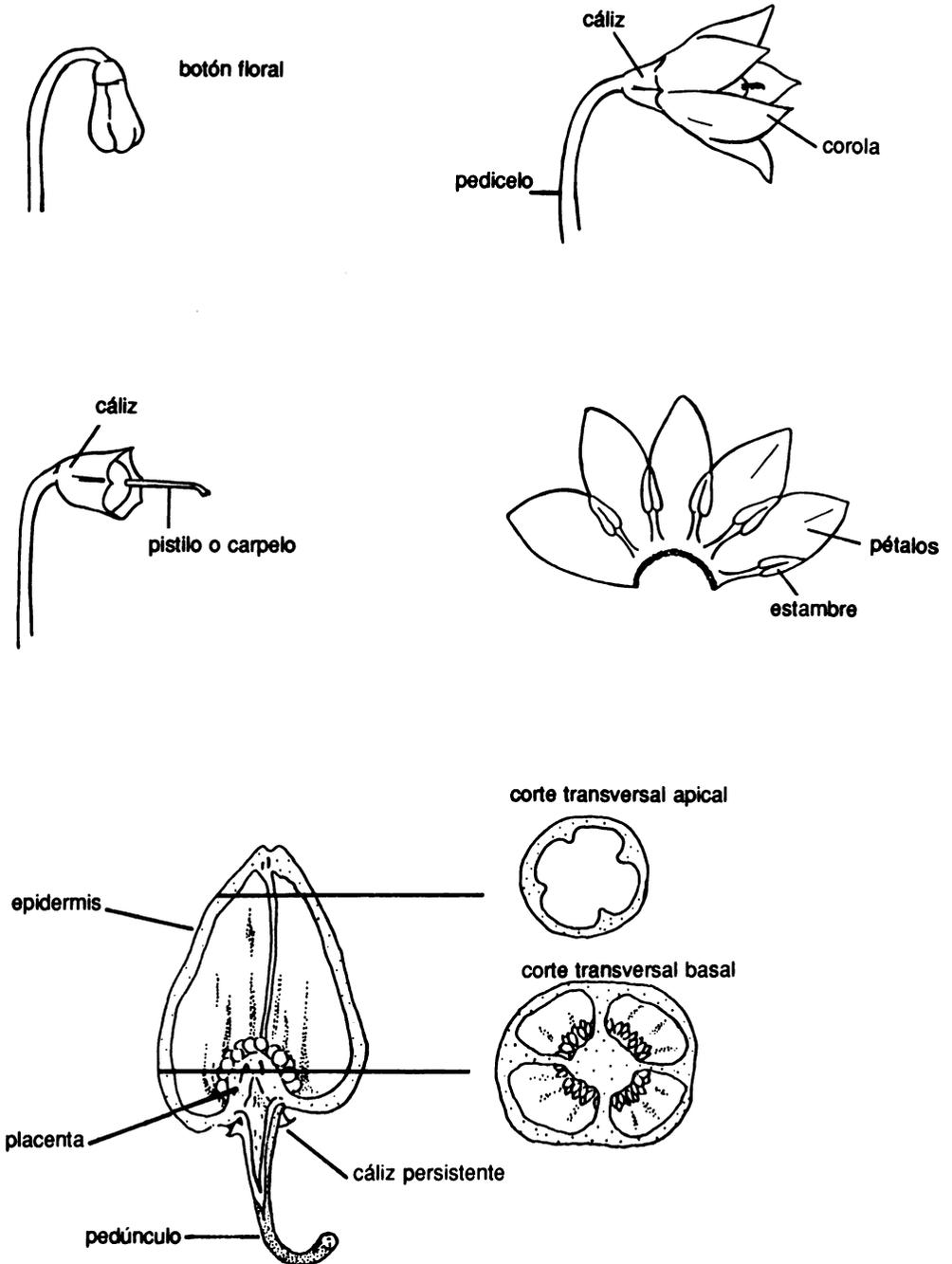


Figura 6. Principales estructuras de la planta de chile dulce.

Los elementos que se requieren en cantidades mayores son el nitrógeno, el fósforo y el potasio, y -en cantidades menores- el calcio, el magnesio, el azufre, el hierro, el manganeso, el zinc, el boro y el cobre, en orden descendente de cantidad. En América Central, para la producción exitosa de chile dulce, normalmente es necesario adicionar solamente el nitrógeno y el fósforo, dado que la mayoría de suelos agrícolas de la región contienen suficiente cantidad de los otros nutrimentos, aunque en ciertos tipos de suelo pueden presentarse deficiencias de cualquiera de ellos.

Agua

En general, las plantas absorben el agua por las raíces junto con los nutrimentos minerales disueltos que ella contiene; utilizan el agua en la fabricación de carbohidratos durante la fotosíntesis y para el transporte interno de los nutrimentos, las fitohormonas y los productos de la fotosíntesis, que son usados en la formación de nuevos tejidos y en el llenado de los frutos. La mayor parte del agua se pierde por evaporación y por transpiración; la transpiración también contribuye a disminuir la temperatura de la planta; los estomas se mantienen abiertos para permitir la absorción del dióxido de carbono (CO²) necesario para la fotosíntesis.

Cualquier factor que interfiera con las tasas normales de absorción, transporte interno o transpiración puede provocar el estrés hídrico en la planta. Esto se manifiesta inicialmente en la marchitez parcial o total del follaje, sintomatología que es reversible si puede corregirse la causa. Cuando la planta se marchita, hay una reducción o cese de su crecimiento y desarrollo, con consecuencias potencialmente negativas para la producción de flores y, por ende, de frutos. Aunque el chile dulce puede tolerar el estrés hídrico mejor que otras solanáceas (como el tomate), si el estrés dura mucho tiempo, puede resultar en daños irreversibles, tales como la caída de las hojas, de los botones florales, de las flores y, por último, de los frutos. En el cuadro 2 se presentan ejemplos de factores que provocan el estrés hídrico.

Temperatura

Se considera que es factible cultivar el chile en zonas donde la temperatura media anual está en el ámbito de 13 a 24°C. Dentro de este ámbito, las temperaturas altas aumentan la tasa de crecimiento del cultivo, y las bajas, la reducen. Por lo tanto, el tiempo que el chile dulce demora para completar su ciclo es mayor donde la temperatura media es baja.

La temperatura absoluta y su variación durante el día afectan fuertemente el desarrollo del cultivo. En el cuadro 3 se presentan algunos valores estimados de las temperaturas óptimas y los límites mínimos y máximos para el crecimiento normal en diferentes etapas fenológicas. En general, las temperaturas que el chile dulce necesita son mayores durante la germinación que durante el desarrollo vegetativo y la floración.

Las temperaturas óptimas son similares durante la floración y la fructificación y ambos fenómenos son afectados por una interacción compleja entre las temperaturas diurna y nocturna y el nivel de luz. La fructificación mayor se logra dentro de los ámbitos de 18 a 27°C durante el día y 12 a 16°C durante la noche; a medida que las temperaturas altas y bajas se alejan de estos límites, la fructificación disminuye. Se considera que las temperaturas altas son las más dañinas al chile dulce, porque provocan el aborto (caída) de botones florales y flores; sin embargo, las bajas temperaturas durante la noche pueden compensar parcialmente

las altas temperaturas del día, y altos niveles de luz durante el día permiten que la planta tolere mayores temperaturas. Las temperaturas nocturnas mayores a 30°C pueden causar el aborto (caída) de todas las flores y los botones florales.

Luz

En estado de plántula, el chile dulce es un cultivo relativamente tolerante a la sombra. En el semillero, la aplicación de hasta un 55% de sombra aumenta el tamaño de las plantas, lo que favorece la producción en el campo de mayor número de frutos de tamaño grande. La sombra tenue en el campo puede ser benéfica para el cultivo, por reducir el estrés de agua y disminuir el efecto de la quemadura de frutos por el sol; sin embargo, el exceso de sombra reduce la tasa de crecimiento del cultivo y también puede provocar el aborto de flores y frutos.

Fenología y desarrollo

El manejo agronómico y el de las plagas del chile varía bastante durante el desarrollo del cultivo. Esto refleja las necesidades cambiantes, a medida que la planta invierte mayor cantidad de sus recursos de energía y nutrientes, bien sea en el crecimiento de las raíces o de los tejidos vegetativos aéreos, o bien en la producción de las flores y el desarrollo de los frutos. Cada una de estas etapas fenológicas difiere en cuanto a su susceptibilidad a las plagas.

Como se menciona en las secciones anteriores, la duración del ciclo de cultivo varía con diferentes condiciones ambientales e igual sucede en las etapas fenológicas individuales. En la figura 7 se presentan tres ejemplos de la variabilidad que puede presentarse con una misma variedad. En las figuras 9 y 10 del aparte 3.4 se presentan de manera idealizada 4 de las etapas fenológicas.

Germinación y emergencia

El período de preemergencia varía entre 8 y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor. En el ámbito entre los 20 a 25°C la germinación es lenta y, por esa razón, la semilla y las plántulas pueden sufrir mayores niveles de ataque de patógenos e insectos plagas del suelo. Durante el período entre la germinación y la emergencia, de la semilla emerge primero una pequeña raíz pivotante (la radícula) y, poco después, un par de hojas alargadas (las hojas cotiledonares). Una vez emergidas éstas, el crecimiento de la parte aérea procede muy lentamente (parece casi detenerse), mientras la planta invierte sus recursos en el desarrollo de la raíz pivotante. Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y ésta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima.

Crecimiento de la plántula

Después del cese aparente del crecimiento vegetativo, empiezan a desarrollarse las primeras hojas verdaderas, que son alternas y tienen la forma característica de las hojas normales del chile dulce, aunque son bastante más pequeñas que las hojas de una planta adulta. De aquí en adelante, se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la

planta sigue desarrollando el sistema radical, es decir, alargando y profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias, laterales. La tolerancia de la planta a los daños empieza a aumentarse, pero todavía se considera que ella es muy susceptible. Cualquier daño al sistema radical de la plántula, especialmente a la raíz pivotante, si no es fatal, reduce severamente la tasa de crecimiento de la planta, prolongando así la fase de mayor susceptibilidad. Los daños a la raíz pivotante también incrementan permanentemente la susceptibilidad de la planta al estrés de agua, porque causan la formación de muchas raíces secundarias, poco profundas, con una capacidad de absorción reducida. Debido a que hacia el final de la etapa de plántula, la tasa de crecimiento de la raíz pivotante empieza a disminuir, el cultivo nunca se recupera completamente de este tipo de daño; lo mismo sucede si la raíz pivotante encuentra suelo compactado o saturado de agua.

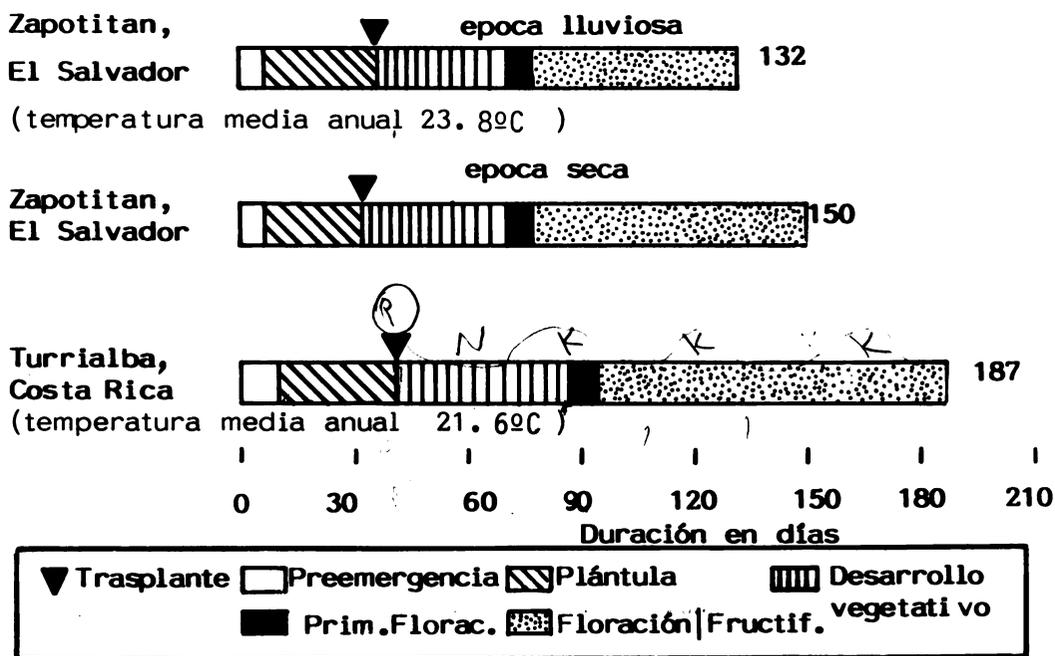


Figura 7. Variaciones en la fenología de la variedad Agronómico de chile dulce en 2 sitios y 3 condiciones de humedad.

Durante esta etapa, aún pequeñas cantidades de defoliación por los insectos, lesiones en las hojas debidas a patógenos o sombra por malezas, pueden atrasar el desarrollo de la planta, porque ella depende de sus pocas hojas para suplir todas las necesidades energéticas. Cuando otras condiciones (tales como temperaturas muy bajas o muy altas), que reducen la tasa de crecimiento de la planta, se combinan con daños de esos tipos, se reduce su capacidad de la planta para tolerarlas y aumenta considerablemente la probabilidad de muerte o de achaparramiento.

Crecimiento vegetativo rápido

A partir de la producción de la 6ª a la 8ª hojas, la tasa de crecimiento del sistema radical se reduce gradualmente y la del follaje y de los tallos se incrementa. El tamaño de las hojas es ahora casi el máximo. El tallo principal se bifurca y, a medida que la planta crece, ambas ramas se subramifican. Si se va a sembrar por trasplante, éste se debe realizar cuando la plántula está iniciando la etapa de crecimiento rápido. La tasa de crecimiento de la planta alcanza su máximo durante tal período, luego de lo cual disminuye gradualmente, a medida que la planta entra en floración y fructificación y los frutos en desarrollo empiezan a acumular los productos de la fotosíntesis.

En este período, la planta puede tolerar niveles moderados de defoliación. La tolerancia se incrementa a medida que la planta crece y, siempre que no haya otros factores limitantes -tales como el estrés de agua o bajas temperaturas- la pérdida de follaje se compensa rápidamente con la producción de follaje nuevo. Un estrés fuerte ocasionado por defoliación, sequía, temperaturas desfavorables -o una combinación de tales factores- puede retardar el inicio de la floración y ocasionar la formación de plantas muy pequeñas, lo cual reduce los rendimientos.

Los daños causados por ciertos patógenos, ácaros e insectos chupadores que ocasionan una reducción de la eficiencia fotosintética, son difíciles de compensar y, por ende, tienen mayores efectos sobre la producción.

Floración y fructificación

Al iniciar la etapa de floración, el chile dulce produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas aunque, debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores. El período de floración se prolonga hasta que la carga de frutos cuajados corresponda a la capacidad de madurarlos que tenga la planta. Bajo condiciones óptimas, la mayoría de las primeras flores produce frutos y, luego, ocurre un período durante el cual la mayoría de las flores aborta. A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores. Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores. De esta manera, el cultivo de chile tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo. Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en las plantas, lo que usualmente permite cosechas semanales o bisemanales durante un período que puede variar entre 6 y 15 semanas, dependiendo de la condición de la siembra.

El número de frutos producido en un ciclo es el resultado de una interacción compleja entre la características genéticas de la variedad, el estado de las reservas de carbohidratos de la planta (que se refleja en el tamaño y la salud general de la planta) y factores ambientales, tales como la temperatura, los niveles de luz y nutrientes minerales y la disponibilidad de agua. A niveles subóptimos de cualquiera -o una combinación- de estos factores ambientales, la tasa de aborto de flores y botones florales aumenta y, si el estrés dura mucho tiempo, se reduce la carga final de frutos; si el estrés es transitorio, el período de floración se prolonga y son menores los efectos sobre el rendimiento. El aborto de frutos ya cuajados se presenta solamente si las condiciones ambientales son muy adversas o si hay ataque directo de plagas.

El mayor número de frutos y los frutos de mayor tamaño se producen durante el primer ciclo de fructificación. Los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro de la planta. La rapidez del deterioro es modificada por los mismos factores que afectan el número de frutos producidos: es acelerada por el ataque de plagas, las condiciones ambientales adversas o subóptimas y la nutrición inadecuada. Pero también ocurre paulatinamente en la ausencia de estos factores; así, si los factores antes mencionados se mantienen favorables, el deterioro del cultivo es lento y se pueden producir frutos comercializables durante varios ciclos de fructificación. En general, la rentabilidad de una siembra de chile dulce depende estrechamente del número de ciclos de fructificación que produzca frutos comercializables.

Como se deduce del análisis anterior, el efecto de un nivel dado de ataque de plagas durante la floración y fructificación varía con las variaciones de otros factores, hecho que dificulta el generalizar sobre la susceptibilidad del cultivo durante esta etapa. Las plagas que provocan la muerte de la planta (por ejemplo, la marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici*) siempre van a tener un efecto sobre el rendimiento; tal efecto es directamente proporcional al número de plantas afectadas y -porque durante esta etapa hay poco desarrollo compensatorio de las plantas vecinas- el efecto es mayor cuando ocurre temprano; el efecto de otros tipos de daños es mucho menos claro.

La defoliación moderada, en el caso de lotes cultivados que no están limitados por otros factores, no tiene efectos mayores sobre la capacidad de rendimiento de la planta; sin embargo, en ciertas zonas puede ser un problema la quemadura de los frutos por el sol. De igual manera, los ataques que causen aborto de las flores son poco importantes; la planta responde reteniendo algunas de las flores que, de otra manera, abortarían en forma natural. Bajo las condiciones del trópico húmedo, el ataque directo de plagas a los frutos en desarrollo, que cause su aborto (por ejemplo, *Neosilba* sp.), parece tener su efecto mayor si ocurre entre 7 y 11 semanas después del inicio de la floración; si un ataque de este tipo ocurre durante los períodos temprano y tardío de la etapa de fructificación, su efecto sobre el rendimiento es poco importante. No obstante, el ataque más precoz a los frutos inmaduros puede tener el efecto de prolongar el ciclo de floración/fructificación. Puesto que no todas las plantas son igualmente atacadas, esto puede resultar en la nivelación de los picos de producción, asociados normalmente con los ciclos de fructificación de la planta. El efecto del ataque a frutos maduros es desconocido.

Cuadro 2. Factores bióticos y abióticos que pueden causar el estrés hídrico en el chile dulce.

Factor causante	Manejo del factor	Efecto
Deficiencia de agua	Fácil	Reducción del crecimiento y desarrollo.
Exceso de sales	Difícil	Retardo de la absorción por las raíces, producido por alta tensión osmótica.
Exceso de agua en el suelo	Difícil pero usualmente temporal	Reducción de la tasa de absorción, producida por reducción de oxígeno en el agua del suelo.
Ataque de plagas a las raíces	Variable	Reducción del área de las raíces disponible para la absorción.
Ataque de plagas a los tallos	Usualmente irreversible	Interferencia física con el transporte de agua de las raíces a las partes aéreas.
Temperatura alta, humedad relativa baja, vientos fuertes	Usualmente temporal	Incremento de la transpiración a niveles mayores que las tasas de absorción y transporte de planta.

Cuadro 3. Valores estimados de las temperaturas óptimas y los límites mínimos y máximos para el desarrollo normal del chile dulce durante diferentes etapas fenológicas (°C).

Etapas fenológicas	Ambito óptimo	Límite mínimo	Límite máximo
Germinación	25-35	20	-
Desarrollo vegetativo	17-30	10	35
Fructificación	18-27	13	35

3. DIAGNOSTICO EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

3.1 Diagnóstico Socioeconómico

Importancia de los factores económicos en el control de plagas

Los programas MIP tienen como objetivo principal desarrollar sistemas integrados de manejo de las plagas de importancia económica. Se puede diseñar un programa MIP para toda una área geográfica o para fincas y agricultores individuales; sin embargo, para asegurar su éxito, debe ser eficiente, aceptable, social y ecológicamente, a la vez que económicamente factible.

Los agricultores no aceptan ni ponen en práctica nuevas tecnologías sólo porque sean estadísticamente superiores a las prácticas convencionales. Hay cuatro factores básicos que afectan la toma de decisiones del agricultor: aspectos socioeconómicos, sus recursos financieros, sus objetivos y necesidades y sus percepciones.

Debido a estos factores, los investigadores agrícolas han visto la necesidad de tomar en cuenta los parámetros socioeconómicos cuando diseñan o validan una tecnología. La situación y opinión del agricultor es 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 ser considerados en cualquier programa de desarrollo de las tecnologías 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. El diagnóstico socioeconómico tiene mayor importancia en las dos primeras etapas.

Para la etapa de planificación, la contribución socioeconómica nace en el análisis de la información del área y de sus agricultores. La información proviene de fuentes secundarias y primarias; para obtener información primaria es usual realizar encuestas formales e informales.

Dentro de la etapa de desarrollo de alternativas, la contribución socioeconómica tiene lugar al determinar las tecnologías propuestas que tienen el mayor potencial de adopción. Para esto es necesario determinar, describir y cuantificar las prácticas utilizadas en el control de las plagas bajo estudio. El método para obtener esta información es el llamado **seguimiento dinámico**, con el cual se busca conocer los pormenores de las decisiones, la operación de los sistemas estudiados y otras actividades afines. Se debe recolectar información que incluya todas las acciones de entradas de insumos y salidas de productos, cambios de inventario y uso de mano de obra. Esta información ordenada cronológicamente como un flujo de actividades y movimiento de capitales físico y humano, amplía las posibilidades del investigador para analizar y retroalimentar las distintas etapas de desarrollo de tecnología.

En el desarrollo de los programas MIP para los agricultores, es necesario tomar en cuenta los factores que afectan, directa o indirectamente, sus decisiones sobre la familia y la finca en general y específicamente sobre el combate de plagas. La figura 8 presenta la finca del agricultor como un subsistema dentro del sistema 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 a distintos niveles. Para los niveles generales existe gran cantidad de información secundaria, pero en los niveles específicos se requiere el seguimiento dinámico para obtener información confiable. Por lo anterior, el seguimiento dinámico se puede concentrar en dos niveles: el del subsistema de producción (agroecosistema) y el del subsistema socioeconómico (familia).

Información que se debe obtener

Dentro del desarrollo de programas 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 con otros gastos de producción. Por eso, es importante recolectar esta información en forma detallada. Interesa particularmente la información sobre uso de plaguicidas y otras prácticas relacionadas con el control de plagas realizado por los productores.

El cuadro 4 ofrece una idea general de la información necesaria. Se debe identificar en los espacios numerados consecutivamente los siguientes datos: (1) el agricultor, ubicación de la parcela, tamaño y el tipo de la misma (monocultivo u otro); (2) la fecha de realización de la actividad; (3) la actividad realizada; (4); el uso de mano de obra (familiar o contratada) y su costo por hora, jornal u otro; (5) el nombre del producto utilizado, la cantidad aplicada, las unidades de medida utilizadas, el costo por unidad y el número de aspersiones aplicadas, la capacidad y la dosis por aspersión; (6) información de por qué aplicó el producto (preventivo o curativo) y (7), las plagas contra las que se aplicó.

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

Por último, es indispensable obtener información socioeconómica general del agricultor, la 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.

Toda esta información se debe analizar tratando de lograr los siguientes objetivos.

1. Describir y cuantificar el sistema que se está evaluando. Esto se logra determinando los

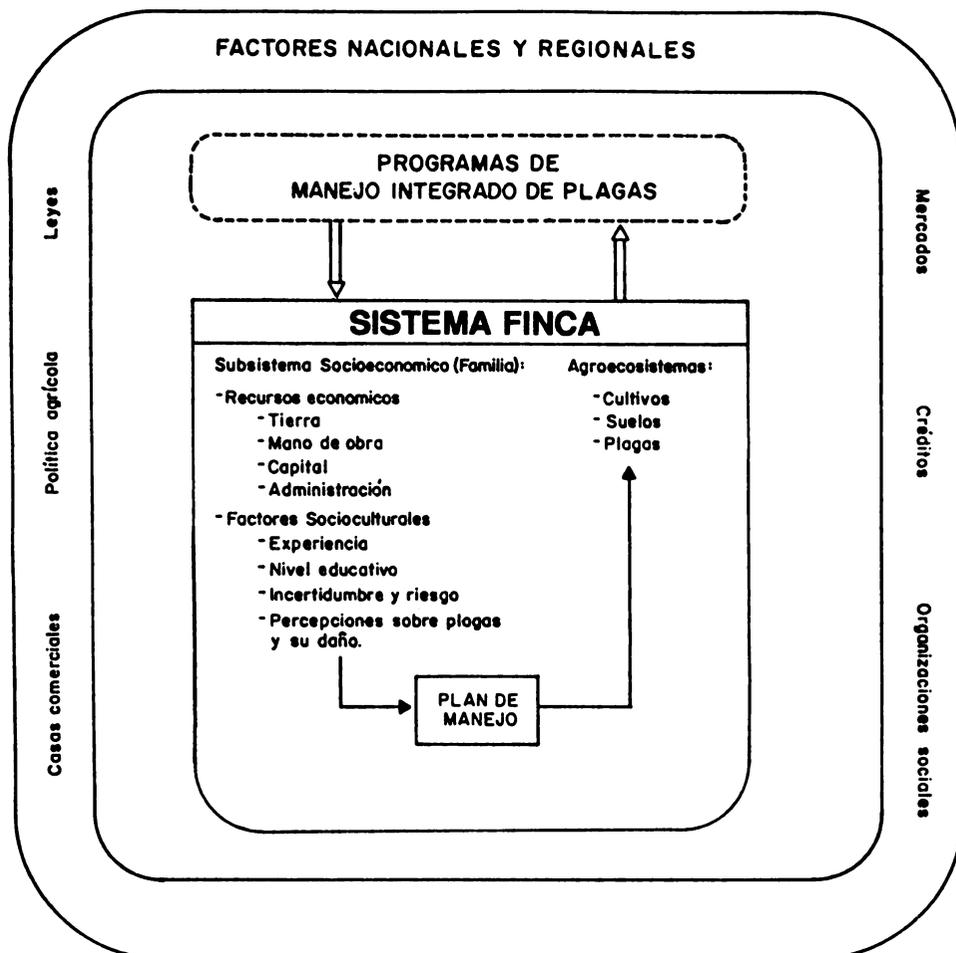


Figura 8. Programa de Manejo Integrado de Plagas dentro del ambiente socioeconómico de la finca tomada como sistema

niveles de uso de insumos, la mano de obra y los 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 5).

2. Determinar 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.
3. 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.
4. Crear una base de datos que permita evaluar la introducción de opciones tecnológicas y determinar los niveles de adopción.

Cuadro 4. Formulario para obtener información sobre uso de plaguicidas.

1											
Nombre del agricultor: _____						Ubicación: _____					
Area de la parcela: _____				Sistema de Producción: _____							
Años de cultivar la parcela: _____											
2 Fecha	3 Actividad	4 Mano de obra			5 Producto(s) aplicada(s)	Cantidad aplicada	Unidad	Costo/ unidad	N° aplicaciones	6 Por qué aplicó	Contra qué aplicó
		Familiar	Contratada	Costo							

Fecha: _____ Encuestador: _____

Cuadro 5. Formulario para el cálculo de los costos de producción.

Concepto	Unidad de medida	N° de unidades	Valor unitario	Sub total	Total
Costos Directos					
Semillero					
Preparación y desinfección de eras					
Siembra					
Cuidados culturales					
Preparación del terreno					
Arada					
Rastro					
Surqueado					
Labores del cultivo					
Trasplante					
Resiembra					
Aplicación de plaguicidas					
Aporcas					
Limpias					
tutoreo					
Cosecha					
Corte					
Selección y empaque					
Insumos					
Semilla					
Fertilizantes					
Foliales					
Granulados					
Fungicidas					
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

Cuadro 6. Características generales de campo de las enfermedades de acuerdo con sus agentes patogénicos y abióticos.

CARACTERISTICAS				
Causas	Hospedante	Tejidos afectados	Aparición	Distribución
Patógenos de:				
semillas	uno	follaje; raíz	temprana; gradual	aleatoria
plántulas	muchos	raíz; tallo	temprana; gradual	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
Enfermedad 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 nutrimentos	muchos	raíz; follaje	rápida;	uniforme; tipo de suelo
Sales solubles	muchos	hojas inferiores; margen foliar; mesófilo	lenta	uniforme; topográfico; suelo arenoso
Sequía	muchos hojas viejas	raíces;	lenta	uniforme; topográfico
Heladas	muchos	raíces; tubérculos; follaje	rápida	áreas bajas

3.2 Diagnóstico de plagas

El técnico que realiza diagnósticos de problemas fitosanitarios, debe disponer de literatura pertinente al cultivo y sus principales plagas, así como tener acceso a los factores abióticos que producen enfermedades carenciales y fitotoxicidades. Los folletos y revistas técnicas presentan descripciones y fotografías de los síntomas de las enfermedades, lo cual permite su diagnóstico a nivel de campo. Esta guía incluye información y fotografías que ilustran los trastornos causados por las plagas y los factores abióticos más importantes del cultivo, en la región centroamericana.

El uso de literatura técnica, guías y claves, en el análisis de síntomas, debe hacerse con objetividad y buen razonamiento, ya que algunos síntomas pueden tener 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 radical.

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: temperatura baja o alta, 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 nutrimentos, 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, materiales tóxicos.

Enanismo: virus, micoplasmas, espiroplasmas, nutrición, insectos y ácaros.

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

Escoba de bruja: ácaros, virus, micoplasmas, hongos.

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

Hojas comidas: insectos.

Hojas con agujeros: insectos, hongos.

Hojas pegadas: insectos, ácaros.

Mal del talluelo: hongos del suelo, insectos, sales solubles.

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

Mancha en anillo: infección viral.

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

Moteado de la hoja: ácaros, 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, 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, lo cual 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 e, incluso, el tipo de agente (Cuadro 6).

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, se deben preparar ejemplares correspondientes al problema observado. A continuación se presentan las indicaciones principales para la toma y envío de muestras.

Plantas enfermas

Considere los siguientes aspectos que, en conjunto, permiten enviar una buena muestra para garantizar una identificación exacta de la enfermedad que causa el problema:

1. La muestra debe representar todos los signos y síntomas de la enfermedad. Las primeras etapas de la enfermedad deben incluirse siempre que se pueda, debido a que el patógeno es fácilmente aislable de este material.
2. La muestra debe corresponder al sitio donde se ubica el problema. Por ejemplo, algunos síntomas del follaje obedecen a ataques en las raíces o la base del tallo; en estos casos deberá incluirse la planta completa.
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. Se aconseja acompañar la muestra con plantas o partes sanas empacadas en bolsas separadas.
4. La muestra se debe coleccionar cuando las plantas estén libres de humedad de lluvia o de rocío.
5. Las muestras se deben aislar en bolsas de polietileno inmediatamente después de la recolección y almacenarlas y transportarlas en una cámara fría o en un ambiente fresco, evitando su exposición a la luz solar. Es casi imposible realizar el diagnóstico cuando las muestras llegan al laboratorio marchitas, maltratadas o en estado avanzado de pudrición.
6. La muestra se debe etiquetar con toda información que ayude a la identificación del problema (lugar, fecha, planta hospedante, nombre del colector, etc.) (Cuadro 7)

Planta entera y raíces

El material se maneja como si fuera una planta de trasplante. La planta o las raíces deben extraerse con una buena cantidad de suelo, de los primeros 20 cm, y luego se colocan en bolsas de polietileno. En la planta entera, se hace una atadura en la base del tallo, dejando tierra en forma de adobe o pilón; cuando se trata de raíces, se envuelven con papel periódico o se incluyen en bolsas para evitar que el suelo se desprenda durante el transporte; se empaacan en cajas de cartón o neveras portátiles.

Hojas, flores, yemas y ramas tiernas

Las hojas, flores, yemas y ramas tiernas se preparan extendidas en medio de hojas de papel absorbente o periódico para eliminar la humedad, protegidas en bolsas plásticas y transportadas o almacenadas en un ambiente fresco, preferiblemente frío.

Tallos y ramas

Los tallos y las ramas se preparan en forma semejante a las hojas. Si son de gran tamaño, se cortan en trozos y se sellan con parafina los extremos para disminuir el peligro de desecación.

Materiales carnosos

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 se deben exponer al sol por una hora antes de empacarlos.

Acaros e insectos

Las muestras de insectos se envían con la planta y el daño característico de la plaga, de acuerdo con la metodología sugerida para el envío de muestras de plantas enfermas. Se incluye también la plaga, tanto en estado adulto como en estado de larva y, de ser posible, otros estados de la plaga.

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

Los insectos grandes y de consistencia dura, tales como escarabajos, grillos y chinches, se deben matar en un frasco letal que contenga vapor de acetato de etilo. Luego se montan en alfileres entomológicos o triángulos de cartón, y se empacan en cajas de cartón reforzado. No los envuelva en algodón. Las mariposas o polillas se colocan dentro de un trozo de cartulina doblada de tal forma que el insecto cierre sus alas, para evitar roturas.

Malezas

Una muestra ideal de malezas es aquella que tenga hojas, flores y frutos; cuando se trate de gramíneas o hierbas pequeñas se aconseja colectarlas en forma completa. Si se recolectan cerca al lugar donde se realizará el diagnóstico, las malezas se pueden transportar en bolsas plásticas, con papel húmedo dentro de la bolsa para evitar pérdida de turgencia del material. Estas condiciones son apropiadas para que el material permanezca en forma por 24 horas.

Si la colecta se realiza en lugares distantes, es necesario pensar la muestra en el mismo sitio de la colección, se colocan las plantas dentro de papel periódico. Las muestras deben quedar lo mejor bien extendidas tratando que sus órganos reproductores queden visibles; las hojas se colocan unas con la haz, y otras con el envés, hacia arriba. La muestra entre papel periódico se coloca, 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 el prensado. El conjunto se pone en una secadora construida para tal fin o se seca a la temperatura del ambiente, cambiando el papel en forma periódica hasta que las plantas se sequen por completo.

La muestra se debe acompañar de información que facilite la identificación, tal como el nombre común de la maleza, lugar de recolección, habitat, cultivo donde se encontró, color de flores y frutos al momento de la recolecta, exudados y, en general, características que pueden desaparecer de la muestra, durante el proceso de secado.

En el capítulo 4.4 de la presente guía se incluyen descripciones y dibujos de las malezas centroamericanas más importantes del chile dulce.

Otras consideraciones

En el caso de tomar en cuenta otras causas del problema, como los nematodos, sales solubles o nutrimentos, es necesario tomar muestras de suelos y tejidos para hacer los análisis de laboratorio respectivos.

Es conveniente 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 y localización de los síntomas. Un modelo de formulario se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. 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	Cultivos vecinos
Plántula
Cultivos anteriores al actual	Floración
.....	Producción

Parte afectada:

Rafz	Tallo
Ramas	Hojas
Flores	Otras
Frutos

Síntomas:

Marchitez	Manchas
Pudrición	Enanismo
Clorosis	Necrosis
Agallas	Otros

Cuadros de síntomas:
.....

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 área del cultivo:

General En la pendiente
 Por zonas Zonas altas
 Plantas Zonas bajas

Condiciones climáticas durante las semanas anteriores a los primeros síntomas:

Lluvia Altas temperaturas
 Sequía Vientos
 Bajas temperaturas

Productos agroquímicos aplicados:

	Dosis	Frecuencia de aplicación
Fertilizantes
Herbicidas
Fungicidas
Insecticidas
Otros

Fertilización del suelo:

Orgánica
 Química

Estimación de pérdidas:

..... % Cantidad
 % Calidad

Otras pérdidas:

3.3 Diagnóstico de Plagas del Chile Dulce

En el cuadro 8 se presenta el esquema de diagnóstico de las principales plagas del chile dulce, de acuerdo con los síntomas y signos más característicos:

Cuadro 8. Signos y síntomas para el diagnóstico de problemas del chile dulce.

SIGNOS Y SINTOMAS	CAUSA
A. Afectan toda la planta	
1. Plantas jóvenes aparecen en las mañanas con tallos cortados y colapsadas.	
1.1 Larva de color gris-oscuro con tubérculos negros; se enrosca cuando es molestada.	<i>Agrotis</i>
1.2 Larva gris-pardusca, con marcas dorsales diagonales de color más claro; se enrosca cuando es molestada.	<i>Feltia</i>
1.3 Grillos de color castaño.	<i>Gryllidae</i>
2. Plantas con hojas comidas o defoliadas. Excrementos en el suelo.	
2.1 Larva con tubérculos y microespinas	<i>Heliothis</i>
2.2 Larva verde con franjas verdes oblicuas sobre el espiráculo. Flagelo rojo en el octavo segmento abdominal.	<i>Manduca</i>
2.3 Larva con una Y invertida en la cabeza.	<i>Spodoptera</i>
3. Plantas enanas	
3.1 Hojas cloróticas, marchitamiento, senescencia temprana; distribución del daño en parches.	Nematodos <i>Phyllophaga</i>
3.2 Raíces con nódulos o escasez de pelos absorbentes.	<i>Meloidogyne</i>
3.3 Raíz destruida, presencia de larvas blancas y gordas en forma de C con la cabeza marrón.	<i>Phyllophaga</i>
3.4 Hojas totalmente deformadas. Corrugamiento o distor-	

- sión de la hoja a veces con la formación de un tejido corchoso marrón entre las venas principales, en el envés de las hojas. *Polyphagotarsonemus*
- 3.5 Plantas rígidas, amarillentas; achaparramiento tardío. *Virosis*
4. No hay emergencia de plántulas o se presenta pudrición en la base del tallo y la raíz. *Rhizoctonia*
Pythium
5. Marchitamiento rápido, decoloración pardo oscura del xilema. La marchitez se inicia en las hojas inferiores, de un solo lado de la planta. Al cortarse el tallo y colocarse en agua, hay flujo lechoso. *Pseudomonas*
6. Clorosis y abscisión de las hojas inferiores. *Fusarium*
- B. Tallo**
1. Apariencia nudosa y deforme, la cual provoca un marchitamiento de los tallos y/o ramas terminales. En estado avanzado los tallos y ramas en el lugar afectado se tornan blanco-amarillentos, con escarificaciones y rajaduras en la corteza. Se observan pequeños insectos parecidos a espinas. *Antianthe*
2. Pudrición a nivel del suelo, cubiertas por micelio blanco y presencia de esclerocios con color que varía de blanco a mostaza. *Sclerotium*
3. Tejidos internos del tallo y raíz son pardo oscuro y las lesiones externas corresponden a cánceres hundidos que gradualmente estrangulan el tallo. *Fusarium*
4. Pudrición cerca o a nivel del suelo; en estados avanzados se estrangula el tallo. *Phytophthora*
Rhizoctonia
- C. Hojas**
1. Galerías lineales o en espirales *Liriomyza*
2. Hojas con crecimiento anormal, retorcidas, encrespadas; crecimiento de fumagina. En el envés se observan colonias de insectos pequeños de color verde, amarillos o negros. *Afidos*
3. Hojas amarillas, bronceadas o decoloradas y casi blancas.

- En el envés se observan arañitas de color verde o rojo y en algunas ocasiones sus telarañas. *Tetranychus*
4. Hojas acucharadas y deformes. En el envés de las hojas jóvenes se observan ácaros de color blanco hialino y de muy pequeño tamaño. *Polyphagotarsonemus*
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. *Epirrix*
6. Perforaciones irregulares en el follaje. Insectos de 5-10 mm de longitud, de colores variados. *Diabrotica*
7. Pequeños insectos muy activos; de 2 mm de longitud, con dos pares de alas blancas, ninfas y adultos chupando savia. Distorsión de hojas y clorosis seguidas de necrosis y defoliación. *Bemisia*
8. Defoliación por larvas masticadoras.
- 8.1 Larvas con tubérculos y microespinas.
- 8.2 Larvas verdes con franjas verdes oblicuas sobre el espiráculo. Flagelo rojo en el octavo segmento abdominal. *Heliothis Manduca*
- 8.3 Larvas con una Y invertida en la cabeza. *Spodoptera*
- 8.4 Larva castaño-amarillenta con múltiples setas de color castaño-negrusco. *Estigmene*
- 8.5 Larva de colores variados. El cuerpo se ensancha a partir del I y II segmentos abdominales. Camina como un "medidor". *Trichoplusia Pseudoplusia*
9. Coloración plateada de la haz *Trips*
10. Manchas pardas (2.5 mm) con anillos concéntricos rodeados de halo clorótico, que pueden coalescer. *Alternaria*
11. Manchas circulares (1 cm) con centro ligermante gris y bordes oscuros. Hojas afectadas se tornan amarillas y caen. La forma de la mancha semeja un ojo de sapo. *Cercospora*

- | | | |
|-----|--|--------------------|
| 12. | Manchas húmedas pequeñas e irregulares (3 mm) y de apariencia acuosa, que al desarrollarse son de bordes oscuros con un centro claro. | <i>Xanthomonas</i> |
| 13. | Moteado amarillo; plantas achaparradas. | TMV |
| 14. | Moteado de moderado a severo, según la raza y enroscado hacia abajo. Reducción del crecimiento. Clorosis general. En el envés de los folíolos aparecen pequeñas manchas necróticas. | PVY |
| 15. | Las plantas presentan enanismo, hojas con moteados y distorsiones. | TEV |
| 16. | Hojas y puntos enrollados hacia abajo (epinastia); hojas nuevas de forma retorcida con ápices muy puntiagudos; el tallo principal desarrolla pequeñas raíces aéreas y el tallo algunas veces se revienta. Frutos con "cara de gato". | 2,4-D |

D. Frutos

- | | | |
|-----|---|---------------------|
| 1. | Aborto de frutos | |
| 1.1 | Aborto de botones florales, flores y frutos. Larva blanca con 3 pares de patas y/o adulto (picudo) de color castaño-negruzco. | <i>Anthonomus</i> |
| 1.2 | El fruto, al caer, deja una cicatriz en forma de punto (cabeza de alfiler). Necrosis a lo largo del fruto, llegando a exponer parte de las semillas. Larva sin patas. | <i>Neosilba</i> |
| 2. | Grandes perforaciones del fruto. Larvas de 4 cm de longitud de diferentes colores, con bandas longitudinales blancas y tubérculos negros. | <i>Heliothis</i> |
| 3. | Perforaciones en el fruto. Larvas verduscas de 20-30 mm, que caminan como "medidores". | <i>Trichoplusia</i> |
| 4. | Perforaciones en el fruto. Larvas peludas, negro-parduscas de 25-30 mm. | <i>Stigmene</i> |
| 5. | Punción en los frutos pequeños. | |
| 5.1 | Chinchas verdes con 2 puntos negros en los ángulos superiores del escutelo. | <i>Nezara</i> |

- 5.2 Chinchas de color castaño, con una raya amarilla transversal en las alas y en las patas traseras.
Pata trasera semejando una hoja. *Leptoglossus*
6. Frutos con manchas acuosas iniciales, con una pudrición que en estados avanzados hace que el fruto quede reducido en apariencia a una bolsa con un contenido de olor desagradable. *Erwinia*
7. Frutos con manchas secas
- 7.1 Fruto joven con manchas negras secas.
Al desarrollarse éstas, el fruto se momifica y cae. *Erwinia*
- 7.2 Frutos verdes con lunares cloróticos levantados en la superficie de color marrón claro a pardo oscuro, de aspecto roñoso y áspero. La lesión mide de 4-8 mm y no penetra muy profundo en la pulpa de la fruta. *Xanthomonas*
8. Manchas acuosas sobre el fruto, las que se agrandan rápidamente. En el interior del fruto hay un micelio algodonoso. *Phytophthora*
9. Manchas acuosas de 2-3 cm; crecimiento miceliar grisáceo en la superficie. Por lo general causan la pudrición total del fruto. *Botrytis*
10. Manchas circulares amarillas que coalescen. Cuando maduran se observan puntos oscuros duros (acérvulos) en el centro de la macha. *Colletotrichum*
11. Podredumbres causadas por hongos a partir de lesiones mecánicas; rajaduras por madurez; manchas debido a otras enfermedades o a cualquier otra lesión de la epidermis. *Fusarium*
Cladosporium
Rhizopus
12. Grandes manchas de color amarillo o blanco en las partes. Quemadura de sol del fruto expuestas directamente al sol; las manchas de aspecto pergaminoso, arrugado. Quemadura de sol
13. Manchas acuosas de color negro en la parte distal del fruto, que después se expanden a todo el fruto. La lesión es invadida después por diferentes parásitos y saprofiticos (hongos), produciéndose por último una pudrición bacteriana. Deficiencia de calcio

3.4 Presencia de las plagas en las diferentes etapas fenológicas

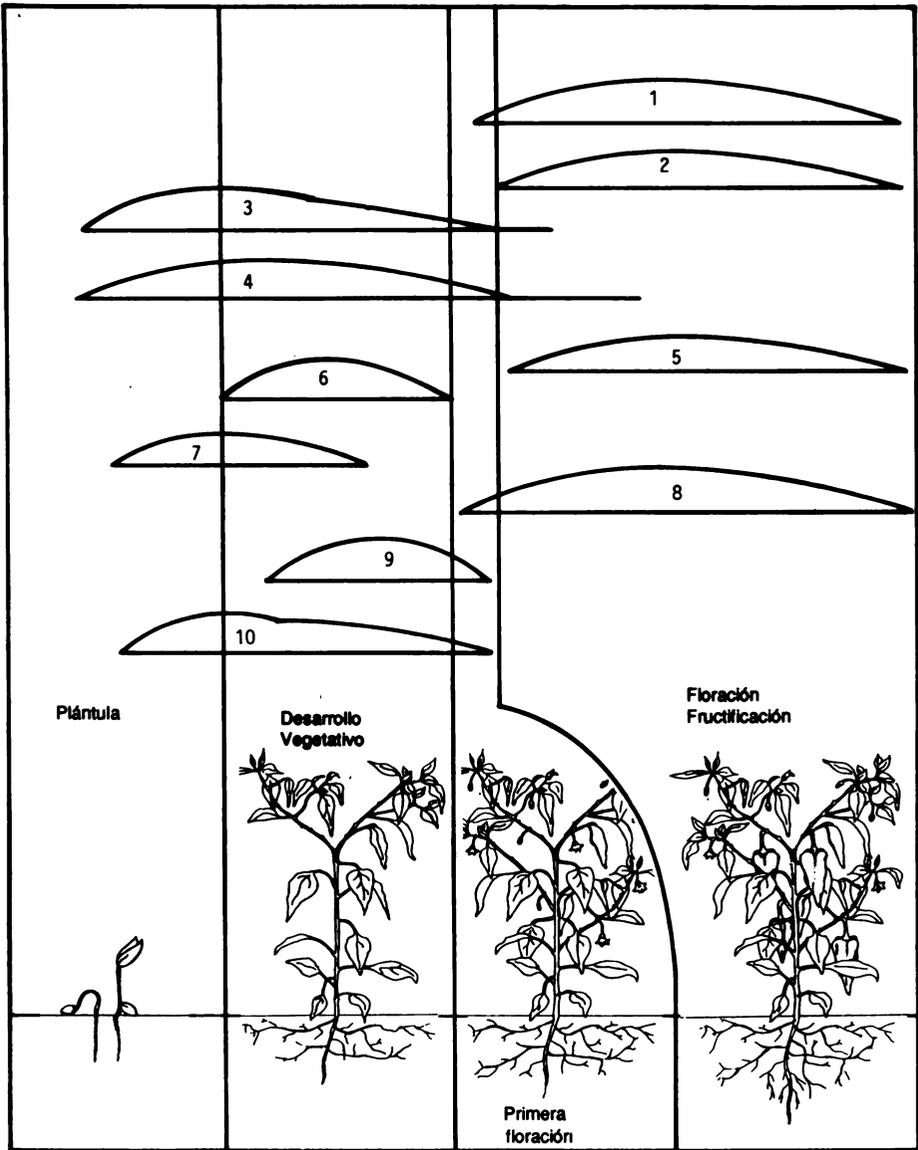
El conocimiento de la fenología del cultivo es muy importante para el manejo integrado de plagas, ya que la susceptibilidad del cultivo al daño por plagas varía de acuerdo con su estado de desarrollo. A su vez, la incidencia de las plagas es función de los factores ambientales y de la condición del cultivo. El conocimiento de la presencia de las plagas en los diferentes estados de desarrollo del cultivo, puede servir para que el técnico o al agricultor concentren 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) los umbrales de acción, en función de la etapa del desarrollo de la planta de chile.

Como ya se indicó en el capítulo 2.2, la fenología del chile dulce varía con las condiciones ambientales; sin embargo, con el propósito de orientar al lector, en las Figuras 9 y 10 se presentan las principales plagas del chile dulce en la región, relacionadas con sus etapas fenológicas generales.

Durante la etapa de plántula, cualquier daño al follaje o a las raicillas puede ser crítico para su supervivencia. El agricultor debe estar consciente de la presencia de malezas, plagas invertebradas (cortadores, vaquitas y el ácaro *Polyphagotarsonemus latus*) y patógenos (mal del talluelo, marchitez bacterial, manchas foliares, nematodos y virosis).

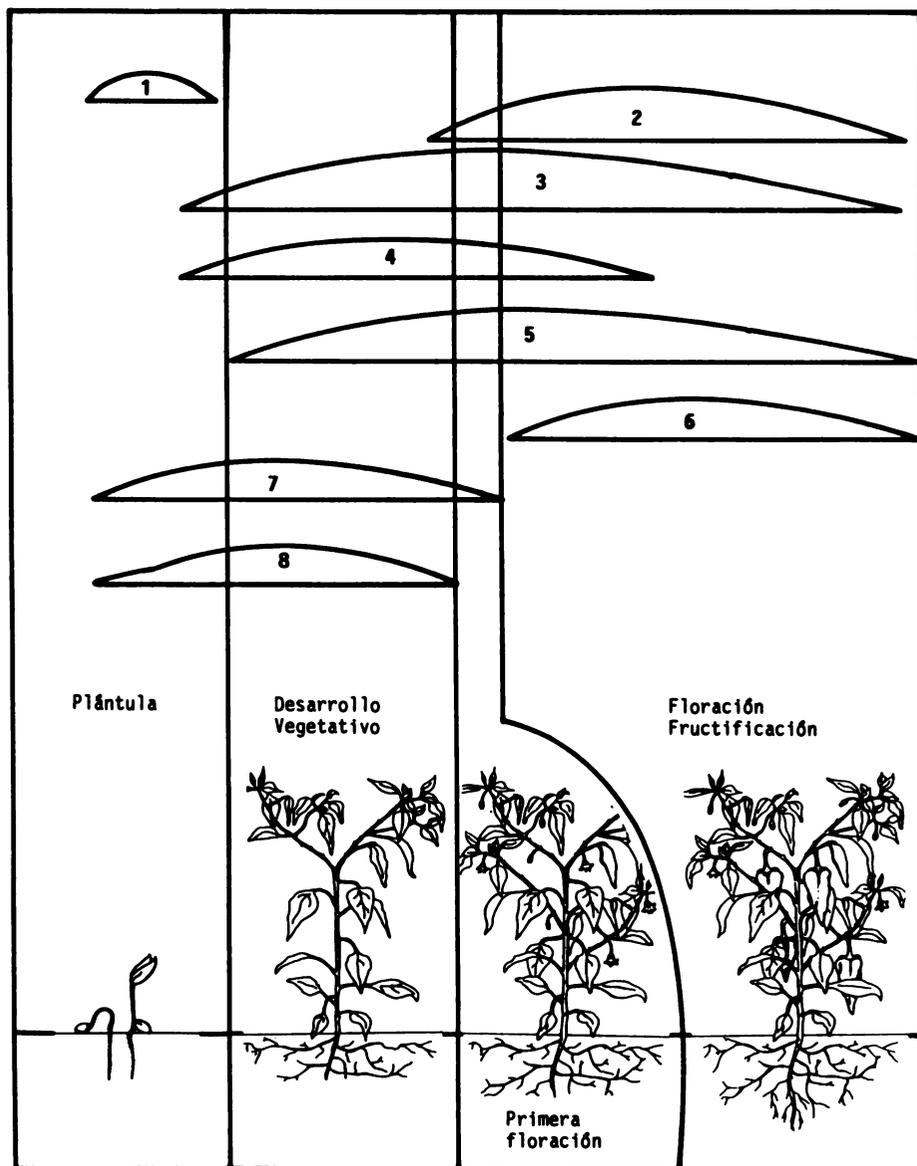
Durante el desarrollo vegetativo, la mayor parte de la energía de la planta se dirige a formar el follaje. El daño por las plagas defoliadoras en este período no es tan crítico, ya que el cultivo tiene tolerancia a la pérdida de follaje y una gran capacidad de recuperación para regenerar el tejido fotosintético perdido; durante esta etapa predominan las plagas invertebradas que atacan directamente el follaje tales como los gusanos cortadores, los minadores (*Liriomyza* spp.) y el ácaro *P. latus*. Sin embargo, los insectos transmisores de virus pueden ocasionar serios daños en la etapa de desarrollo vegetativo, llegando incluso a detener el desarrollo del cultivo. Asimismo, los nematodos continúan invadiendo el sistema radical según las condiciones ambientales; enfermedades como la marchitez bacterial, las foliares bacteriales y la mancha cercospora 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 chile dulce puede ser irreversible y afectar su potencial de producción.

La etapa de floración y fructificación trae consigo otras plagas, tales como el picudo, la mosca del chile y los gusanos del fruto. La incidencia de virosis y de los nematodos en la etapa vegetativa se reflejan durante la etapa reproductiva, en la que puede causar pérdidas significativas de producción. Las malezas, en su competencia por nutrientes al inicio de la floración y formación de frutos, pueden causar reducciones importantes en la producción. Los patógenos más peligrosos durante esta etapa son la marchitez fungosa y la bacterial, la mancha cercospora y la podredumbre del fruto.



- | | |
|---|--|
| 1. Picudo (<i>Athonomus</i>) | 6. Defoliadores de los géneros <i>Manduca</i> y <i>Spodoptera</i> |
| 2. Mosca del chile (<i>Neosilba</i>) | 7. Cortadores (<i>Agrotis</i> ; <i>Feltia</i> ; <i>Spodoptera</i>) |
| 3. Vaquita (<i>Diabrotica</i>) | 8. Arañita roja (<i>Tetranychus</i>) |
| 4. Afidos (<i>Myzus</i> ; <i>Aphis</i>) | 9. Acaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus</i>) |
| 5. Gusanos del fruto (<i>Spodoptera</i> ; <i>Estigmene</i> ; <i>Heliothis</i> ; <i>Manduca</i>) | 10. Mosca blanca (<i>Bemisia</i>) |

Figura 9. Plagas insectiles que afectan al cultivo del chile dulce en sus diferentes etapas fenológicas.



1. Mal del talluelo (*Pythium*; *Rhizoctonia*; *Phytophthora*)
2. Marchitez fungosa (*Fusarium Sclerotium*; *Phytophthora*)
3. Marchitez bacteriana (*Pseudomonas*)
4. Foliare bacteriales (*Pseudomonas*; *Xanthomonas*)
5. Mancha cercóspera (*Cercospora*)
6. Podredumbre el fruto (*Colletotrichum*; *Erwinia*; *Pseudomonas*)
7. Virosis (PVY; TEV; TMV)
8. Nematodos (*Meloidogyne*; *Nacobbus*)

Figura 10. Patógenos que afectan el cultivo del chile dulce en sus diferentes etapas fenológicas.

4. PLAGAS DEL CULTIVO

El control efectivo de las plagas empieza con la decisión de sembrar un cultivo en una determinada zona. Se deben conocer las características biológicas del cultivo y los factores bióticos y abióticos que puedan 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.

4.1 Prevención de las Plagas

En los párrafos siguientes se describen las prácticas agronómicas más recomendables, que en conjunto ayudan a prevenir o a reducir el ataque de las plagas.

Uso de variedades resistentes

Esta es la práctica más eficaz en el control de plagas y, para el agricultor, es la menos costosa. Desde el punto de vista económico, es el único medio aceptable contra ciertos organismos que viven en el suelo, como *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp. y *Pseudomonas* sp.; pero ninguna variedad es resistente a todas las plagas a la vez. En el cuadro 9 se incluyen cultivares de chile dulce que están a disposición del agricultor centroamericano en las casas comerciales; tales cultivares se comercializan en la región desde hace varios años, razón por la cual algunos los consideran como materiales criollos.

El CATIE ha probado materiales promisorios, dando énfasis a dos patógenos del suelo (*Phytophthora capsici* y *P. solanacearum* y uno foliar (*Cercospora capsici*), considerados en diferentes zonas de América Central, como factores limitantes. De 50 materiales evaluados en diferentes condiciones ecológicas, se seleccionaron 6 para chile dulce (cuadro 10). Esos materiales están a la disposición de cualquier institución en la sede central del CATIE, en Turrialba, Costa Rica.

Uso de semilla seleccionada o certificada

La semilla puede transmitir bacterias, hongos y virus que causan enfermedades en el chile; algunos de esos patógenos llegan al campo dentro de la semilla, a la cual han penetrado a través de sus paredes. La mejor protección contra las enfermedades transmitidas en el interior de la semilla, es la utilización de materiales seleccionados o certificados.

Cuadro 9. Cultivares de chile dulce utilizados en América Central.

Características del fruto						
Cultivar	Origen	Pulpa	Tamaño (cm)	Forma (Número de puntas)	Tamaño de la planta	Resistencia a enfermedades
California						
Wonder	CM	GR	12X10	4 puntas	I	TMV
Yolo Wonder	CM	GR	11X10	3-4 puntas	I	TMV
Bell Boy	CM	GR	11X 9	3-4 puntas	I	TMV
Milfrutos	Criollo	DL	18X 7	1 punta	G	
Trespuntas	CM	DL	14X 6	3 puntas	G	
Agronómico	10	DL	12X 6	1 punta	I	
Irazú	CM	DL	12X 6	1 punta	I	

CM = Casa Comercial; TMV = Virus del Mosaico del Tabaco.
I = intermedia; G = grande GR = gruesa; DL: delgada

Cuadro 10. Lista de materiales promisorios de chile dulce obtenidos en pruebas de selección en Costa Rica. 1989.

Materiales	Origen	Tipo de planta	Número de puntas	Peso del fruto (g)	Resistencia a enfermedades
Líneas					
Agronómico 10	Asgrow	I	1	65	-
Cholo	Panamá	E	4	85	Ps, Phy, Cer
Jubilo	Panamá	E	4	-	Ps
17248	Panamá	I	4	82	Ps, Phy
Colecciones					
MF-Nájera 1	Costa Rica	G	1	74	Phy (Tol.)
MF-Nájera 2	Costa Rica	G	1	68	(Cer)

I: intermedia; E: enana; G: grande;
Phy: *Phytophthora capsici* Ps : *Pseudomonas solanacearum*.
Cer: *Cercospora* sp. Tol: tolerante.

Selección del campo y rotación de cultivos

El cultivo de chile requiere suelos con una profundidad mayor a 0.6 m; lo ideal es que los suelos sean 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 adecuadas en los sistemas de drenaje.

Se recomienda evitar el cultivo de chile en suelos donde anteriormente se sembró alguna otra solanácea (ver primer párrafo del capítulo 2.0). Es aconsejable que entre cultivos de solanáceas, se hagan al menos, dos rotaciones con otros cultivos, principalmente de gramíneas.

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 en suelos con pendientes mayores al 15%, especialmente cuando el chile se asocia con cultivos perennes, tales como café y caña, como es frecuente en Costa Rica.

Obtención de semilla

Debido a que la mayoría de los agricultores de América Central utilizan semilla criolla, a continuación se hacen algunas sugerencias para obtener semilla de buena calidad, a partir de un cultivo local:

- a. La semilla debe obtenerse de plantas vigorosas, sanas y con abundantes frutos.
- b. Se deben escoger frutos sanos y bien maduros. Los frutos se colocan por 5 días en tarros o recipientes similares, con una tercera parte de agua; luego de esto, se lava la semilla y se pone a secar a la sombra. Una vez seca, la semilla debe tratarse con Vitavax (carboxin) o con Orthocide (captan), a razón de 2.5 g por kg de semilla. Con este proceso, se limpia la semilla de buena parte de las enfermedades causadas por bacterias, hongos y virus.
- c. Se recomienda cambiar de semilla cada dos cosechas, pues el chile se cruza y las características de la variedad pueden irse perdiendo; además, pueden surgir enfermedades que se transmiten por la semilla.

El semillero

El crecimiento inicial del chile es lento, por lo tanto, las plantaciones en América Central se establecen exclusivamente por trasplante, para evitar los problemas de malezas que resultarían de una siembra directa en el campo.

El semillero o almácigo exige la preparación de terreno con condiciones óptimas para la germinación y desarrollo de las plántulas. Es aconsejable que el semillero se ubique en un terreno diferente al de la plantación definitiva; son ideales los terrenos planos con buen drenaje, libres de piedras y con bajo contenido de arcilla. Debe haber una fuente de agua cercana y el sitio debe estar protegido contra vientos fuertes.

El semillero se prepara en camas de 10 a 15 m de largo, por 1 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 (se puede usar bromuro de metilo, dazomet, vapor de agua) y aplicar un fertilizante completo antes de la desinfección.

Las plántulas se desarrollan muy bien si se siembran a 1.5 cm entre hileras y a 1 cm entre plántulas. Para el trasplante de una hectárea son suficientes 40 m² de semillero. La profundidad de siembra no debe exceder 1 cm.

La semilla toma de 8 a 15 días para germinar; las plántulas alcanzan alturas de 15 cm, entre 32 y 40 días después de la siembra, con un tallo de 6 o 7 mm de espesor y exhiben entre 6 y 8 hojas verdaderas.

En lugares o épocas de gran radiación solar, el semillero necesita sombra para evitar que las plantas recién germinadas se quemen. En zonas con gran incidencia de virosis, se requieren mallas para proteger el semillero de la llegada de insectos diseminadores de virus. Se recomiendan también las barreras de cultivos trampa alrededor del semillero (maíz, sorgo, frijol).

Como las plántulas se desarrollan muy superficialmente, el suelo del semillero debe mantenerse a capacidad de campo (mediante riegos diarios en la mañana y la tarde) para evitar la resequedad de las capas superiores.

A veces será necesario aplicar plaguicidas para prevenir ataques de patógenos como el mal del talluelo, *Cercospora* sp. e insectos como *Diabrotica* sp. y algunos áfidos.

Trasplante

El traslado definitivo de las plántulas al campo debe realizarse al final de la tarde. Las plántulas se arrancan con unas pocas horas de anticipación a su traslado; el suelo del semillero debe estar bastante húmedo para que las raíces de las plántulas no se lastimen al ser arrancadas. En algunas regiones de América Central, ha dado buenos resultados asperjar antes del trasplante con una solución azucarada (10%), para aumentar el potencial osmótico de la plántula. Asimismo, a los fumadores se les recomienda desinfectar sus 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 la plántula; así se aumenta la sobrevivencia, se mejora la capacidad de recuperación y se favorece el 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 hoyos de tamaño adecuado para acomodar la raíz en forma recta y evitar la formación de cámaras de aire. Cuando las raíces quedan dobladas hacia arriba, se les dificulta la asimilación de nutrimentos y el desarrollo de la planta es lento.

En esta etapa se deben tomar medidas en especial contra nematodos, insectos, bacterias y hongos que podrían destruir la plantación en pocos días.

Densidad de plantación

La densidad óptima de plantas es aquella que permita obtener el rendimiento máximo y la madurez uniforme. Para lograrla, debe tenerse en cuenta el porte del cultivar seleccionado, a fin de anticipar la competencia entre las plantas.

En América Central se utilizan dos sistemas para el trasplante en el campo: en hilera sencilla y en hilera doble. En el primero, la distancia entre surcos va de 0.80 a 1.50 m y en

cada surco la distancia va de 25 a 40 cm entre plantas, colocándose una sola planta por hoyo. En el sistema de hilera doble, se hacen eras de 90 cm, sembrándose en hileras dobles a 30 cm entre matas; la era vecina se deja sin utilizar (como surco muerto). Se hacen dos fertilizaciones posteriores al trasplante y durante ellas la tierra del surco muerto tapa el fertilizante, quedando las camas finalmente de 1.8 m de ancho.

Uso de tutores

La producción de chile para consumo fresco, de buena calidad, en condiciones de alta precipitación o con el uso de cultivares de porte alto, requiere del empleo de barbacoa o espaldera; para ello, se usan postes de bambú o de madera de 2 m de alto (tutores), que sostienen hilos de alambre. La espaldera debe estar terminada 30 días después del trasplante.

Existen dos métodos de amarrado a la espaldera: colgando la planta y prensándola. El primero se utiliza con mucha frecuencia en Costa Rica. La planta se cuelga usando hilos de alambre galvanizado, calibre 16 e hilos provenientes de sacos plásticos de abono. Cada hilo de alambre se tiende a 80 cm o 1 m del suelo, asiéndolo de dos postes; a él se fijan hilos de plástico colgantes para amarrar el tallo del chile. La amarra alrededor del tallo debe ser floja o laxa para evitar el estrangulamiento. El número de hilos de alambre y la labor de amarre para el colgado depende del tipo de crecimiento de la planta; en cultivares de crecimiento indeterminado se necesitan 2 o 3 hilos, mientras que en los de crecimiento determinado, un hilo es suficiente.

En el método de prensado, las plantas se prensan por pares de hilos de alambre. El primer par de hilos se coloca lo antes posible para evitar que el tallo principal se doble. La distancia entre los pares de hilos de alambre no debe ser mayor de 20 cm, para impedir que las ramas laterales escapen a su soporte.

Fertilización

Una fertilización eficiente es aquella que, con base en los requerimientos nutricionales de la planta y el estado de fertilidad del suelo, proporcione los nutrimentos en las cantidades y épocas críticas para el cultivo. En América Central, los elementos críticos son fósforo, calcio, magnesio, zinc y boro; también el nitrógeno, que es el elemento faltante casi 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 organismo de la planta.

En general, el chile requiere de las siguientes cantidades de nutrientes: 100 kg/ha de nitrógeno; 100-150 kg/ha de fósforo; 100-150 kg/ha de potasio.

Es importante dar al chile una buena fertilización, pues de lo contrario la planta florecerá prematuramente, no habrá un buen crecimiento y la producción será escasa. Como es obvio, la fertilización debe basarse en los resultados de un buen análisis del suelo. Sin embargo, cuando no se pueda hacer el correspondiente análisis, pueden seguirse las recomendaciones siguientes:

Al trasplante, usar una fórmula alta en fósforo como la 10-30-10 o la 12-24-12, a razón de 30 g (1 onza) por planta. Al mes y medio del trasplante, aplicar 320 kg/ha de la fórmula 15-15-15 o de Nutrán y un mes después, usar 270 kg/ha de una fórmula alta en nitrógeno

como el Nutrán o la urea; se sugiere aplicar 30 g por planta, por aplicación, de los fertilizantes sugeridos.

Si se usa mucho nitrógeno y poco potasio, se producen rayas en el fruto; si se hace lo contrario (alto potasio y poco nitrógeno), se logra mayor resistencia a las enfermedades bacteriales y se eliminan esas rayas en el fruto. Para ello, se pueden utilizar fórmulas "cafetaleras", como la 18-5-15-6-2 o la 20-7-12-3-12, que han dado buenos resultados prácticos.

La forma de aplicación de los fertilizantes es la siguiente:

- Con las fórmulas altas en fósforo (10-30-10 o 12-24-12), se incorpora el fertilizante a espeque o al fondo del hoyo de plantación. Este abono debe cubrirse con una capa de tierra con el fin de evitar que las plantas queden en contacto con él y se quemen.
- Con otras fórmulas (15-15-15, Nutrán, urea, etc.), el fertilizante se incorpora en media luna o en círculo completo alrededor de la planta.

Si la plantación dura más de 3 meses produciendo, es conveniente aplicar al suelo un fertilizante alto en potasio.

La fertilización al suelo se puede complementar con abonos foliares que contengan elementos menores, como boro, zinc, magnesio, azufre, etc. Debe tenerse cuidado con la aplicación de productos a base de magnesio (como Nutriverde o Menorel 3), porque su uso excesivo provoca el aumento de infecciones bacteriales en el fruto.

Las aplicaciones de abonos foliares se pueden hacer conjuntamente con las aplicaciones de fungicidas e insecticidas.

Riego

El chile se cultiva con riego superficial, por aspersión y por goteo (Cuadro 11). Con el riego por aspersión los rendimientos tienden a ser mayores al hacer aplicaciones ligeras, en comparación con el riego de fuerte intensidad. Sin embargo, con aguas salinas (aguas duras), son preferibles los riegos por aspersión muy intensos y abundantes, porque se reducen las quemaduras de las hojas y se mejora el lixiviado de las sales. El cultivo es especialmente adecuado para el riego por goteo, pudiéndose obtener rendimientos muy elevados.

Para obtener rendimientos elevados, siempre se necesita un suministro adecuado de agua, y suelos relativamente húmedos durante todo el período vegetativo. Por lo tanto, en zonas áridas y en la época de sequía en zonas húmedas, la producción depende totalmente del riego artificial. En aquellas áreas donde la precipitación sea errática, es aconsejable disponer de riego, aun en la época de lluvia.

El manejo del agua debe realizarse en forma cuidadosa, pues tanto la falta como el exceso repercuten en la calidad y volumen del fruto.

El cultivo es especialmente sensible al déficit de agua en el momento del trasplante y durante la floración y la formación del fruto. La escasez hídrica durante la floración provoca la caída de la flor; el déficit de agua prolongado durante el período de formación del fruto, interrumpido por riego abundante, produce 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 los mismos; por otra parte, el exceso de agua favorece el desarrollo de enfermedades de la raíz, lo cual ocasiona bajos rendimientos.

La falta de humedad se asocia con la enfermedad fisiológica del 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.

El chile tiene una raíz pivotante que se rompe en el momento del trasplante, desarrollándose después un sistema de raíces laterales muy ramificado. La profundidad de las raíces puede llegar hasta 1 m aunque, bajo riego, las raíces se concentran principalmente en los primeros 30 cm de la capa superior de suelo.

Para alcanzar rendimientos óptimos, en la mayoría de los climas el agotamiento del agua del suelo no debe exceder del 30 al 40% del agua total disponible en el suelo; para ello, se necesitan aplicaciones ligeras de riego, por lo que se acostumbra regar cada 4 ó 7 días. Cuando el suministro de agua es escaso, el riego debe ser el adecuado hasta la primera cosecha, pudiéndose hacer ahorros a partir de entonces.

Cuadro 11. Comparación de los dos métodos de riego más usados en América Central.

Características	Aspersión	Surcos
Método de aplicación	Agua aplicada como lluvia	Superficie parcialmente mojada por el agua.
Topografía	No hay restricción	Declive de 1-3%
Suelos	No hay restricción	No usado en suelos arenosos
Peligro de erosión	Mínima	Presente
Costo	Elevado	Bajo o medio
Uso de mano de obra	Variable	Elevada
Forma de ejecución	Fácil	En función de la topografía
Adaptación en prácticas culturales	Alta	Sólo en hileras
Incidencia de enfermedades	Alta	Baja
Uso de buen drenaje	Innecesario	Necesario
Limitaciones	Costo	Educación y organización necesarias

Sanidad

En el campo definitivo, desde el aparecimiwento de los primeros síntomas se deben arrancar y destruir las plantas afectadas por el "mosaico del tabaco" u otra enfermedad viral. Deben lavarse bien las manos después de tocar plantas enfermas de virus, para evitar su transmisión a plantas sanas. Los fumadores deben lavarse bien las manos antes de entrar y no se debe fumar en un campo sembrado de chile, 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 por quema de desechos.

4.2 Descripción y Manejo de Plagas Invertebradas

Insectos y ácaros

En cada fase de su desarrollo, el chile dulce es susceptible al daño de los insectos y ácaros. Las especies más perjudiciales son: los insectos que causan daños directamente a los frutos, el ácaro blanco (durante las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación) y las especies transmisoras de virus (durante las etapas de plántula y crecimiento vegetativo); por lo tanto, el manejo del complejo de plagas invertebradas debería ser planificado basándose en las necesidades de manejo de una u otra de las plagas mencionadas.

De las especies que dañan el fruto, se destacan: el picudo del chile (*Anthonomus eugenii*), que está presente en toda América Central excepto en Costa Rica y Panamá; la mosca del chile (*Neosilba* sp.), encontrada solamente en Costa Rica y Panamá; también los gusanos del fruto de los géneros *Spodoptera* spp. y *Heliothis* spp. que podrían ser plagas inducidas por la aplicación de insecticidas contra otras plagas y causan daños severos en las zonas más secas de todo el istmo. En los últimos años, el manejo de las plagas del fruto se ha basado principalmente en el uso de insecticidas aplicados con base en umbrales de acción.

El ácaro blanco, *Polyphagotarsonemus latus*, (que, posiblemente, debería también considerarse una plaga inducida) y los áfidos y moscas blancas que transmiten virus, son problemas de áreas más secas, especialmente en cultivos bajo riego; son plagas ya importantes a nivel local que dan indicaciones que podrían convertirse en plagas mayores en toda la región centroamericana. El combate con plaguicidas de los ácaros y de los transmisores de virus es muy difícil, pues la transmisión de virus ocurre muy rápidamente y usualmente el control de los vectores con insecticidas en el campo no es eficaz; además, muchos insecticidas no solamente tienen poca o ninguna eficacia contra el ácaro blanco, sino que pueden intensificar el problema. Por estos motivos, en el manejo de virosis se enfatiza la prevención de la infección; en el manejo del ácaro blanco se enfatiza el uso de prácticas culturales y de sustancias químicas de gran especificidad.

Muchas otras especies de insectos pueden ser encontradas en un cultivo de chile dulce. Algunas de ellas son insectos benéficos (por ejemplo, las abejas, las avispas depredadoras de gusanos, las moscas y avispietas que son parasitoides), mientras otras son neutras, es decir, que no causan daño ni beneficio evidente al cultivo; pero, por otro lado, existen varios insectos que son categorizados como plagas menores o secundarias que ocasional o localmente pueden atacar al cultivo.

Las plagas menores del semillero y de las plantas recién trasplantadas son problema solamente cuando ellas reducen la población de plantas a un nivel tal que requiera de resiembra. La fumigación y la solarización para la prevención de enfermedades y nematodos en el semillero son selectivas contra los organismos causantes y razonablemente eficaces; por lo tanto, tales plagas pocas veces requieren atención especial. Los gusanos cortadores, los grillos y la "gallina ciega" ocasionalmente producen pérdida de plántulas en cantidad suficiente como para justificar el control, pero los problemas tienden a ser locales y el daño se presenta habitualmente en parches. En el semillero, los daños normalmente son de poca importancia, ya que se pueden compensar fácilmente con la siembra de mayor cantidad de semillas; en la siembra definitiva, las pérdidas menores -inferiores al 10%- se compensan con resiembra, pero a veces se requiere de controles químicos aplicados directamente o de cebos envenenados, si el daño es alto. En estado de plántula, la mayoría de los cultivos es atacada por crisomélidos

(vaquitas, tortuguillas) que, si la población es alta, pueden matar las plantas o retrasar severamente su desarrollo.

Los insectos defoliadores que atacan durante la etapa vegetativa son de poca o ninguna importancia económica, debido a la tolerancia general del cultivo a este tipo de daño. El nivel alto de control natural normalmente asegura que los minadores de la hoja, el gusano cornudo, el gusano peludo, los falsos medidores, los crisomélidos y los gusanos del complejo *Spodoptera*, raramente alcancen niveles poblacionales suficientes para afectar el crecimiento o el rendimiento del cultivo; sin embargo, esta situación de convivencia con las plagas menores es fácilmente perturbada por la aplicación de insecticidas contra éstas u otras especies de plagas. Como consecuencia de la eliminación de sus enemigos naturales, las plagas menores pueden alcanzar niveles poblacionales serios; esto puede ocurrir durante la etapa vegetativa o la etapa de fructificación, cuando muchas de ellas también atacan a los frutos. De esta manera, una plaga menor del follaje puede, a menudo, transformarse en la plaga principal de los frutos. De lo anterior es evidente que, para el manejo exitoso de tales plagas, es esencial no hacer aplicaciones innecesarias de insecticidas.

En resumen, los puntos claves del manejo de las plagas insectiles y de los ácaros son los siguientes:

- a) prevención de la infección por virus durante el estado de plántula;
- b) a conservación del tamaño de la población de plantas recién trasplantadas al campo;
- c) la minimización del uso de insecticidas durante el crecimiento vegetativo del cultivo, para conservar la fauna de enemigos naturales;
- d) la detección de poblaciones altas de plagas dañinas a los frutos y su control oportuno, sin permitir a las plagas causar daños de importancia económica.

A continuación se describen las plagas principales del chile dulce, su ecología y comportamiento, así como las opciones disponibles para su manejo.

***Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). Picudo del chile, gorgojo del pimiento, antonomo del pimiento, centorrinco, falsa potra, barrenillo del pimiento (Figura 11)**

El picudo del chile es un insecto clave durante la etapa de floración y fructificación en todas las zonas de producción de la región centroamericana, excepto en Costa Rica y Panamá; puede causar pérdidas masivas de frutos, a veces alcanzando el 100%, si no se controla. El daño causado por la larva se manifiesta en el reducido número de frutos, su caída precoz, la maduración prematura y la producción de frutos deformes. Actualmente, la medida principal de control es la aplicación de insecticidas, que se hace cuando el monitoreo de adultos indica que aquélla es necesaria. Se sospecha de que esta plaga está desarrollando resistencia a algunos insecticidas en ciertas zonas productoras.



Figura. 11. *Anthonomus eugenii*.

- a. Pupa en el interior de un fruto.
- b. Perforación en el fruto efectuada, al emerger, por el adulto.
- c. Adulto en el follaje.

Descripción

Huevo: Los huevos miden aproximadamente 0.5 x 0.4 mm, por lo que rara vez se detectan; son ovoides, blancos, amarillándose antes de la eclosión. Son depositados individualmente en un agujero hecho con el aparato bucal, en las yemas florales, las flores y en frutos de 1 a 7 cm de longitud, cuya epidermis sea suave. Ocasionalmente, se encuentran huevos depositados en el pedúnculo del fruto. El agujero es sellado por la hembra con un líquido amarillento que, al secarse, se torna de marrón a negro. Los huevos tardan entre 2 y 5 días para eclosionar.

Larva: Las larvas recién emergidas se alimentan de la placenta y de las semillas del fruto en desarrollo, pasando por tres estadios larvales dentro del fruto, donde también empupan. La larva del tercer estadio mide de 5 a 6 mm de longitud, es ápoda (sin patas), gris-blancuzca y tiene la cabeza bien desarrollada; es amarilla, con color marrón en las partes bucales. A veces, el cuerpo de las larvas maduras tiene tonalidades que van de color rosado a púrpura. La duración del estado larval varía de 6 a 12 días.

Pupa: Después de un período de prepupa que dura de 1 a 8 días, la larva del tercer estadio empupa adentro del fruto, (Fig. 11a) en una celda excavada con anterioridad. La pupa es blanca, semitransparente al inicio, oscureciéndose en las regiones que corresponden a los ojos, el rostro y los élitros, a medida que madura. El período de pupa dura de 3 a 6 días.

Adulto: Al alcanzar el estado adulto, el picudo del chile es marrón pálido y puede quedar adentro de la celda pupal, de unas pocas horas hasta 4 días, antes de abrir un agujero al exterior (Fig. 11b). Tiene forma ovalada y su tamaño oscila entre 2 y 4 mm (Fig. 11c); con excepción del rostro, el cuerpo está cubierto por escamas, que semejan pelos, de color gris a marrón negruzco, y que son más densas en el abdomen, lo que les confiere una apariencia blancuzca. Las dos terceras partes apicales son de color anaranjado-amarillento pero, conforme el tiempo pasa, el picudo pierde muchas de las escamas y se oscurece, adquiriendo color negro-plateado. El picudo empieza a alimentarse inmediatamente después de la emergencia; se alimenta de flores, yemas florales y frutos aunque, en la ausencia de éstos, puede comer hojas tiernas. La cópula ocurre aproximadamente 2 días después de la emergencia, y el inicio de la oviposición, unos 2 o 3 días después de la cópula. En California, se encontró que la duración media de la vida del adulto es de 79 días; la hembra deposita un promedio de 341 huevos, durante 2 meses.

Daño

El daño principal del picudo del chile es causado por la alimentación de las larvas dentro del fruto en desarrollo; ellas provocan la aparición de una mancha necrótica que circunda el área donde se encuentran las semillas. Típicamente, se encuentran 1 a 3 larvas en cada fruto infestado. Cuando el ataque es intenso, se caen las flores, las yemas florales y los frutos inmaduros; también puede ocurrir la maduración prematura y la producción de frutos deformes. Frecuentemente, los frutos atacados presentan agujeros pequeños por donde han emergido los adultos (Fig. 11b). La caída de los frutos no es debida exclusivamente al ataque del picudo del chile y, por lo tanto, ella sola no es una indicación confiable del grado de infestación del cultivo.

Comportamiento y ecología

El picudo del chile es una especie nativa de Mesoamérica y se encuentra principalmente, aunque no exclusivamente, en zonas secas. Su distribución geográfica abarca desde Nicaragua hasta el sur de los Estados Unidos, Puerto Rico y Hawaii. Es una plaga especialista de flores y frutos de algunas especies del género *Solanum* y de todos los tipos de *Capsicum*. Se considera que los chiles son las plantas hospedantes más importantes, pero la maleza *Solanum nigrum* es importante en los Estados Unidos como planta "puente" entre siembras de chile dulce, en la cual el picudo se alimenta y se reproduce durante el invierno. Sin embargo, en América Central no se conoce bien el papel de las especies del género *Solanum* en la biología de la plaga; la mayoría de las especies observadas, incluyendo una de las especies más comunes, *S. americanum*, son infestadas solamente en forma ocasional y leve. Dada la presencia de plantas semisilvestres de chile en el medio centroamericano, es probable que éstas sean más importantes que otras especies del género *Solanum* como hospedantes durante períodos cuando no hay siembras comerciales.

El picudo adulto es un volador activo y es el que permite la dispersión de la especie. La presencia de la plaga en el chile dulce puede ocurrir antes de la producción de flores, porque el picudo adulto sobrevive en las hojas tiernas del cultivo. Todos los demás estadios se desarrollan adentro de los frutos y las flores o los botones florales.

Opciones de manejo

El control biológico de esta plaga ha sido poco estudiado; de lo que se conoce, ese control parece ser poco eficaz para mantener la población por debajo de los niveles que son importantes económicamente. En muchas zonas, los enemigos naturales podrían estar ayudando a evitar las infestaciones masivas que han sido reportadas en lugares como Zacapa, Guatemala; pero aún en tales zonas de "bajas" poblaciones, con frecuencia aparecen niveles dañados de picudo. Se considera que son pocas las perspectivas a corto o mediano plazo para incorporar eficientemente el control biológico en el manejo integrado del picudo.

Dado que las larvas no pueden ser controladas una vez que entran en los frutos, el manejo depende del monitoreo cuidadoso de las poblaciones de adultos y de su combate con insecticidas, antes de que las hembras ovipositen. Las medidas culturales, tales como la siembra temprana o alejada de fuentes de infestación, pueden ayudar a reducir la intensidad o atrasar el inicio de la infestación, pero deben ser suplementadas con un programa de monitoreo.

En áreas donde se presente el picudo del chile, es probable que éste sea el motivo de la mayoría de las aplicaciones de insecticidas efectuadas durante el ciclo de cultivo. Como se afirmó anteriormente, estas aplicaciones también afectan a las poblaciones de enemigos naturales y pueden ocasionar brotes de otras plagas secundarias, tales como los gusanos del complejo *Spodoptera*. El monitoreo del picudo es una medida que permite restringir el uso de insecticidas a los momentos cuando sea estrictamente necesario para evitar daños de importancia económica.

El método de muestreo se basa en recuentos de picudos adultos en los brotes terminales de las plantas, comenzando cuando aparecen los primeros brotes florales. Se consideran brotes terminales a los extremos de las ramas donde se encuentran hojas recién emergidas, botones florales, flores, o frutos recién cuajados. Aunque se pueden encontrar picudos en el cultivo antes de la floración, éstos no causan ningún daño y, por lo tanto, no requieren ni monitoreo formal ni control. La metodología básica que se presenta a continuación es muy similar a aquella que ha sido probada exitosamente en campos comerciales en Zacapa, Guatemala, y variantes de ella están en uso en varios países centroamericanos.

Los recuentos se deben iniciar tan pronto como empiece la floración, un 5% de botones florales es un buen indicador. Ellos deben realizarse dos veces por semana, cuando los picudos sean visibles en los brotes terminales, en horas de la mañana, entre 5:00 a 10:00, o por la tarde, de las 17:00 en adelante. Los picudos no se exponen en tiempo muy soleado, sino que se esconden debajo del follaje o llegan al suelo y lo mismo ocurre al tocar o mover las plantas durante el recuento; de ahí la importancia de evitar que esto suceda. En la metodología básica se procede de la siguiente manera:

1. Se seleccionan 5 sectores en el campo (llamados puntos de muestreo) y en cada uno se revisa 1 brote terminal en cada una de 20 plantas, para detectar la presencia de picudos. Los brotes terminales deben ser seleccionados al azar y ser visibles sin necesidad de tocar la planta.
2. Durante las 2 primeras semanas de floración, 4 de los puntos de muestreo deben estar en los bordes del campo y 1 en el interior. De allí en adelante, los puntos de muestreo deben ser seleccionados de tal forma que estén distribuidos en sectores representativos del terreno.

3. Finalmente se habrá muestreado 100 plantas; si en ellas se detecta la presencia de 1 solo picudo, se habrá llegado al umbral de acción permitido para la plaga, por lo que debe programarse una aplicación de insecticida para bajar la densidad de la población.

Esta metodología ha sido validada en lotes de 1000 m², pero se anticipa que puede emplearse sin modificación en lotes de hasta 1 ha (10.000 m²).

A continuación se presentan otras opciones que pueden sustituir algunos aspectos de la metodología básica descrita anteriormente; muchas de las modificaciones son diseñadas para reducir el tiempo invertido en el muestreo. Los umbrales han sido evaluados experimentalmente, pero todavía no han sido validados en parcelas grandes.

- a. El número de puntos de muestreo puede ser aumentado. Esto dará mejor cobertura de la parcela y el número de plantas por punto de muestreo se puede reducir.
- b. El umbral de acción puede variarse. En Honduras se ha empleado un umbral de acción de 2 picudos por cada grupo de 100 brotes terminales, aunque en la mayoría de las pruebas, el umbral de 1 picudo por 100 brotes terminales ha dado mejores resultados. Bajo condiciones tales como aquellas que prevalecen en Florida, EE.UU., donde el valor de la cosecha es alto, puede ser necesario aumentar la muestra a 2 brotes terminales evaluados por cada planta y emplear un umbral de 1 picudo por 200 terminales.
- c. El umbral de acción puede ser de 3 picudos por cada 5 pasos a lo largo del surco. La metodología básica se cambia así: en lugar de evaluar 20 plantas en cada punto de muestreo, se evalúan los brotes terminales superiores de todas las plantas a lo largo de 5 pasos de un lado del surco. Por ser un poco menos precisa que las metodologías descritas anteriormente, podría ser que los resultados fueran más variables. La ventaja es su rapidez y simplicidad, algo que podría resultar en que sea más fácil de transferir a algunos productores.
- d. Se podría reducir la intensidad del muestreo sin perder mucha precisión en la toma de decisiones. En Texas, EE.UU., se considera que el muestreo de 5 plantas completas en cada uno de 5 puntos de muestreo es suficiente para detectar el picudo del chile en campos de hasta 4 hectáreas.

Las aplicaciones de insecticidas contra el picudo del chile deberían realizarse muy temprano en la mañana o muy entrada la tarde, cuando el insecto se encuentre sobre la superficie de la planta. El equipo de aspersión deberá ser ajustado para producir gotitas muy finas, para que éstas queden adheridas al cuerpo del insecto. Debido a que es necesario aplicar cuando hay frutos sobre la planta, es preferible emplear insecticidas que no tengan acción sistémica y que no sean de residualidad prolongada. Entre los insecticidas que reúnen estas características están malatión, ciflutrin, carbaril y deltametrina.

El uso de umbrales de acción para decidir si deben o no aplicarse insecticidas, ha demostrado ser superior a las aplicaciones hechas según un calendario bajo condiciones de infestación leve o moderada, tanto en términos económicos como de eficacia. Sin embargo, la utilidad de ambos enfoques es limitada cuando hay altos niveles de reinfestación por picudos provenientes del exterior de la parcela. Los controles o prácticas culturales que ayudan a evitar esta situación pueden contribuir mucho al programa MIP.

Las prácticas de prevención más importantes son aquellas dirigidas a la eliminación de fuentes de infestación o reinfestación. Las plantaciones viejas, más avanzadas y mal manejadas de todos tipos de *Capsicum*, constituyen las fuentes principales de infestación de las siembras

nuevas. Si es posible sincronizar las siembras en una zona para que todas entren en floración en el mismo momento, se puede evitar este problema; sin embargo, la mayoría de las zonas productoras del chile dulce en América Central se caracterizan por la falta de sincronización de las siembras; a veces se llega al extremo de haber siembras de diferentes edades en todos los meses del año.

En tales circunstancias, existen otras prácticas culturales que el agricultor individual puede emplear para reducir el peligro de la inmigración masiva de picudos adultos a su parcela.

Cuando existen épocas distintas de siembra, las siembras tempranas usualmente sufren niveles menores de infestación, debido a que la plaga no ha tenido oportunidad de aumentar su población en otras de la zona. Si la siembra temprana no es posible, la siembra de una plantación nueva siempre debería hacerse lo más lejos posible de siembras existentes o cultivos abandonados. Cuando se dejan de cosechar otros lotes cercanos, inmediatamente deberían destruirse y enterrarse las plantas y rastros, preferiblemente con disco y arado; al no hacerlo, el picudo continúa reproduciéndose en las plantas abandonadas y, posteriormente, vuela a la parcela vecina. Además de la destrucción de cultivos viejos, para evitar las inmigraciones masivas de picudos, debe dejarse un período de 2 a 3 meses sin la presencia del cultivo, antes de sembrar un lote vecino; este período es suficiente para interrumpir el ciclo biológico del insecto.

Existen otras técnicas que han demostrado ser promisorias en experimentos, pero que no han sido validadas comercialmente; éstas deben ser empleadas con cautela mientras no exista mayor evidencia de su eficacia. En Zacapa, Guatemala, el chile dulce trasplantado 37 días antes de la del trasplante principal, en 4 surcos a lo largo de 2 de los lados de la parcela de producción, funcionó como cultivo trampa para el picudo. Combinado con el control químico cada 4 días en el cultivo trampa y el entierro de frutos caídos, el uso del cultivo trampa permitió duplicar la cosecha reduciendo en 1/3 el número de aplicaciones de insecticida usado en la parcela del agricultor. También en Zacapa, la siembra adelantada de berenjena (*Solanum melongena*) en las esquinas de la siembra principal, retrasó el desarrollo de la población de picudos en la parcela comercial. Se cree que la berenjena actuó como una barrera física a la inmigración del picudo; en este caso, se esperaría una mayor eficacia si la berenjena se sembrara en surcos continuos alrededor de la parcela de chile dulce.

Debe aclararse, sin embargo, que la eliminación de supuestos hospedantes alternos y la recolección, destrucción y entierro de los frutos caídos -prácticas culturales frecuentemente propuestas- no han sido validadas adecuadamente en el trópico.

Es dudoso que las prácticas culturales sustituyan a las aplicaciones de insecticidas; sin embargo, podrían reducir el número de aplicaciones y disminuir las migraciones de picudos, que hacen ineficaz o antieconómico el control químico.

***Neosilba* sp. (Diptera: Lonchaeidae). Mosca del chile, mosca del pimentón (Figura 12)**

La mosca del chile (*Neosilba* sp.) es una plaga clave que ocasiona severas pérdidas de frutos en Costa Rica y Panamá. *Neosilba* fue reportada por primera vez como plaga de chile dulce en América Central durante la década de los 80, pero se desconoce si es una plaga nueva o si anteriormente pasó desapercibida. La especie presente en Turrialba, Costa Rica, ha sido identificada como *Neosilba certa* Walker, pero se desconoce si la misma especie es la

causante de los daños en otras zonas. Se ha informado que *Neosilba major* (Malloch) ocasiona en Colombia un daño similar al causado por *Neosilba certa* en Costa Rica.

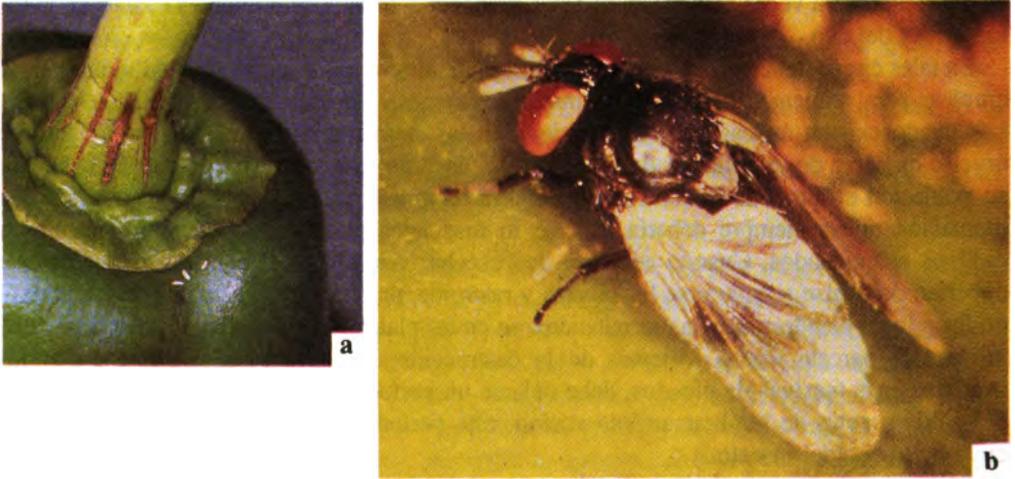


Figura 12. La mosca del chile (*Neosilba* sp.).

- a. Huevos y lesión de entrada de la larva, sobre el fruto de chile dulce.
b. Adulto.

El daño es causado por la larva y se manifiesta en la caída y pudrición de los frutos en sus etapas tempranas de desarrollo. El problema es frecuentemente mal diagnosticado como una enfermedad, debido a las pudriciones bacterianas (*Erwinia carotovora*, *Erwinia chrysanthemi* y *Pseudomonas fluorescens*), que están asociadas con el ataque de *Neosilba*. Actualmente, el único método comprobado de control es la aplicación de insecticidas.

Descripción

Huevo: Los huevos recién depositados (Fig. 12a) son blancos, alargados, de 1 a 2 mm, lisos a simple vista, pero con reticulaciones si se observan con lupa. Eclosionan a partir de 1 a 3 días de su deposición.

Larva: La larva es ápada (sin patas) y alargada, con el extremo cefálico puntiagudo, de 7 a 9 mm de longitud cuando alcanza el desarrollo máximo. Posee dos pares de espiráculos, el par anterior con 10 hendiduras respiratorias retorcidas o irregulares. Al salir del huevo, la larva mide apenas 2 mm de longitud e inmediatamente penetra al fruto, donde completa su desarrollo. Por esta razón, es difícil observar la larva antes de abrir los frutos caídos. La presencia de larvas de otras especies de moscas, que son invasoras secundarias, pueden complicar la identificación. El estado larval dura de 15 a 17 días, antes de empupar dentro del fruto o en el suelo.

Pupa: La pupa tiene la forma típica ovalada de las moscas. Es marrón-rojizo, de claro a oscuro conforme avanza en edad y mide 4 a 5 mm de longitud. Se encuentra dentro de frutos infestados o cerca a ellos en el suelo. El estado de pupa dura de 10 a 14 días.

Adulto: El adulto es una mosca muy activa, azul-verdosa oscura, brillante, con ojos rojizos, antenas con el tercer segmento alargado y redondeado, con una arista en el extremo. Las alas son puntiagudas en el ápice, careciendo de venas transversales, excepto cerca de la base (Fig. 12b). En el laboratorio el adulto vive de 2 a 12 días.

Daño

El daño que ocasiona *Neosilba* en el fruto puede ser directo, aunque usualmente es indirecto, causado por la invasión secundaria de bacterias. Por lo general, el daño se observa solamente cuando el fruto atacado se pudre en la planta o éste se desprende. Los frutos infestados pueden identificarse por la presencia del corion (cáscaras) vacías de los huevos, que se encuentran debajo del cáliz.

La mosca oviposita debajo del cáliz (Fig. 12a) en las primeras fases de desarrollo del fruto (cuando tienen entre 1.5 y 6.0 cm de longitud). Al emerger la larvita, ésta penetra al fruto, dejando una cicatriz en forma de punto minúsculo o agujero necrótico (punto de alfiler). La penetración de la larva en el fruto se asocia con un complejo bacterial, constituido principalmente por *Erwinia* y/o *Pseudomonas*; unos 3 o 4 días después de la penetración de la larva, el fruto empieza a mostrar síntomas de pudrición, cuya manifestación es variable. La pudrición visible casi nunca se inicia en el agujero o punto necrótico. Existen dos tipos de manifestación del daño; en el primer tipo, que ocurre en frutos de mayor tamaño, aparece una mancha leve, marrón-verdosa en la parte inferior lateral del fruto; el fruto se deteriora rápidamente, los tejidos internos se convierten en una masa blanda y acuosa, de modo que el fruto podrido cuelga como una bolsita llena de agua. En el segundo tipo, que ocurre en frutos de menor tamaño, la mancha lateral inicial crece y se intensifica hasta adquirir color marrón, pero solamente se extiende a lo largo de un lado del fruto. La mancha se mantiene seca, de forma aproximadamente ovada, elongada y frecuentemente el fruto se raja, llegando a exponer parte de las semillas. La caída de frutos puede ocurrir en cualquier momento durante el desarrollo de la infestación. A veces se observan huevos en las fisuras del fruto.

La larva se alimenta dentro del fruto, de la placenta, de las semillas o de las paredes internas. En frutos con síntomas visibles de pudrición, las larvas de *Neosilba* están siempre asociadas con larvas de otras especies de moscas, principalmente de las familias Agromyzidae, Muscidae y Drosophilidae, que invaden en forma secundaria. Debido a los ciclos de vida más cortos de los invasores secundarios, cuando se hacen crías para confirmar la identidad del agente causal del daño, frecuentemente resultan cantidades grandes de estas especies, antes de la emergencia de los adultos de *Neosilba*. Para evitar el diagnóstico errado del problema, deben seleccionarse solamente frutos recién infestados por *Neosilba*, antes de que manifiesten síntomas avanzados de pudrición.

Comportamiento y ecología

Las moscas del género *Neosilba* causan daños severos al chile dulce en Costa Rica y Panamá en un ámbito de altitudes entre los 50 a 1400 m. Las siguientes notas sobre el comportamiento de *Neosilba* se basan principalmente en observaciones realizadas bajo las

condiciones del trópico húmedo en Turrialba, Costa Rica, y podrían variar en algunos aspectos en otras zonas.

La mosca adulta de *Neosilba* es un volador activo y fácilmente observable en los campos de chile dulce al inicio de la mañana y al final de la tarde, especialmente en días nublados. El vuelo es rápido y errático; típicamente ocurre sobre o al nivel del dosel del cultivo. El período de mayor oviposición se presenta en la mañana entre las 9:00 y 12:00, cuando la mosca efectúa vuelos cortos entre los frutos pequeños de una sola planta, alternados con vuelos más largos entre plantas. Al seleccionar un fruto para la oviposición, la hembra se ubica cabeza abajo sobre la parte superior del fruto y luego inserta su ovipositor debajo del cáliz. Generalmente el número promedio de huevos en frutos atacados es de 2, pero a veces se encuentran grupos aún mayores, que podrían provenir de la oviposición de varias moscas. A simple vista el adulto no es tan abundante como se esperaría de los niveles de daño observables; esto sugiere que cada mosca oviposita en muchos frutos y que las medidas de control que se dirigen a los adultos podrían ser eficaces.

En ocasiones, se observan huevos sobre el cáliz, pedúnculo, corola, invaginaciones del fruto y dentro del botón floral, así como más frecuentemente en heridas y pudriciones del fruto. Los frutos caídos en estado de pudrición, que se acumulan en los bordes de las parcelas, son atractivos para las moscas adultas y se ha sugerido, pero no probado, el uso de estos frutos como trampas para los adultos.

Neosilba parece no adaptarse bien al chile dulce. Esto implica que, probablemente, tiene uno o varios hospedantes alternos, lo cual es una hipótesis reforzada por las siguientes observaciones: cuando la plaga está presente, el ataque es muy intenso desde que hay frutos cuajados, y aún plantas aisladas son atacadas fuertemente; sólo una proporción pequeña de las larvas completan su desarrollo hasta el estado adulto en el chile dulce; muchos frutos se pudren o se secan antes de que se complete el ciclo biológico del insecto.

Bajo las condiciones protegidas del laboratorio, se ha logrado criar solamente 1 mosca adulta por cada 10 frutos. Se ha observado que la mosca completa el ciclo biológico cuando está en frutos en estado avanzado de pudrición, donde sobreviven las bacterias patogénicas causantes de la pudrición negra. Ningún hospedante alternativo ha sido identificado pero, puesto que casi todas las moscas de la familia Lonchaeidae son conocidas como invasores secundarios de frutos, éstos deberían considerarse como posibles hospedantes alternos. Bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica, el rendimiento de la variedad Nájera 2 de chile dulce es afectado más severamente por la caída de frutos causada por *Neosilba*; esto ocurre de 8 a 12 semanas después del inicio del período de floración/fructificación, o sea, cuando se va a iniciar la cosecha. Esto indica que el período crítico para el ataque de la plaga es aproximadamente de 6 a 11 semanas después de la floración, puesto que el intervalo entre el ataque de la mosca y la caída de los frutos es de 1 a 2 semanas.

Los enemigos naturales de *Neosilba* han sido poco estudiados, pero parecen no ser eficientes para regular la población de la mosca por debajo de los niveles que causan daño de importancia económica. En Turrialba se ha encontrado a una avispa, *Lopheucoila* sp. (Hymenoptera: Eucilidae) que aparentemente parasita los huevos de la mosca. También otro eucílido, *Septopilinea* sp., se ha encontrado frecuentemente en crías de frutos infestados, pero no se sabe si es parasitoide de *Neosilba* o de otras especies invasoras secundarias. Además, las hormigas como *Solenopsis* sp. (Hymenoptera: Formicidae) son depredadores importantes de huevos y larvas presentes en frutos caídos.

Opciones de manejo

La única táctica eficaz comprobada para la reducción de pérdidas debido a *Neosilba* es el control químico. El siguiente programa de manejo se basa en aplicaciones de insecticida hechas en respuesta a los niveles de frutos caídos; representa la síntesis de trabajos experimentales generados en Turrialba, Costa Rica usando acefato como insecticida. Cabe señalar que el programa no ha sido validado aún.

A partir del inicio de la floración deben efectuarse inspecciones semanales del cultivo. Aunque no se detecte la presencia de adultos, al notarse el incremento de los frutos caídos, éstos deben examinarse para detectar la presencia de huevos eclosionados y no eclosionados debajo del cáliz. Los huevos son fácilmente visibles como formas pequeñas, blancas, elongadas, en contraste con el verde intenso del fruto (Fig. 12a). La presencia de huevos eclosionados en 5 frutos por cada 20 frutos caídos es suficiente para intensificar el programa de monitoreo de la plaga. Obviamente, si se detectaran adultos en un cultivo, la mayoría de los frutos caídos serían atacados por ella y, por lo tanto, no será necesario examinar los huevos eclosionados en frutos caídos.

Lo ideal es recolectar todos los frutos caídos como parte del manejo rutinario del cultivo; si esto no se hace, se deben recoger todos los frutos a lo largo de surco en un trecho que incluya 10 plantas en cada lado. Este trecho de surco constituirá un punto permanente de muestreo que se evaluará cada semana durante el transcurso del cultivo. Se estima que en lotes de 2000 m² o menos, debería haber un mínimo de 2 puntos de muestreo y que, en lotes mayores, debería establecerse un punto adicional por cada aumento de hasta 2000 m². De esta manera, un lote de 3000 m² tendría 3 puntos de muestreo, uno de 6000 m² tendría 4 y uno de 1 ha tendría 6.

Cada semana se contabilizan los frutos caídos en cada punto de muestreo y se recogen todos; se debe dejar limpio el surco para el siguiente período de muestreo. Considerando que los daños precoces durante el ciclo de fructificación tienen mejor impacto sobre el rendimiento que los daños posteriores, se propone que las aplicaciones de insecticida se realicen cuando el número de frutos caídos sobrepase los siguientes umbrales:

- 1) Durante las semanas 1 a 5 después del inicio de la fructificación, 20 frutos caídos por cada punto de muestreo.
- 2) Durante las semanas 6 a 11 después del inicio de la fructificación, 10 frutos caídos por cada punto de muestreo.
- 3) Después de la semana 12 del inicio de la fructificación, ninguna aplicación es necesaria.

Es preferible emplear productos que no sean de residualidad prolongada y que tengan un intervalo de precosecha menor que el intervalo entre cosechas. De esta manera, si el muestreo de frutos caídos y la aplicación de insecticida se realizan inmediatamente después de cada cosecha, no se producen problemas de residuos inaceptables en los frutos de la siguiente cosecha. Las aplicaciones deberían realizarse durante las primeras horas de la mañana o las últimas horas de la tarde, cuando la mosca adulta está expuesta en el dosel del cultivo.

Puesto que la larva de *Neosilba* no está expuesta a los insecticidas aplicados, es difícil de controlar. Dado que cada hembra probablemente es responsable de ovipositar en un número grande de frutos y, por lo tanto, las poblaciones relativamente bajas de adultos podrían causar daños de importancia económica. Si estos supuestos son correctos y si la fuente principal de infestación no es la inmigración de lotes vecinos, la medida cultural de colectar los frutos

caídos en la parcela y su posterior destrucción y/o entierro, podría ayudar a aminorar el daño, el reducir la población de adultos. Otra posibilidad podría ser la de utilizar los frutos caídos como cebos ubicados afuera del lote, a los cuales se aplica insecticida para matar las moscas que sean atraídas. Ninguno de estos métodos ha sido evaluado, pero deben considerarse como enfoques promisorios.

***Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). Tortuguillas, vaquitas**

Varias especies de *Diabrotica* actúan como plagas desde Estados Unidos hasta Colombia; atacan a varios cultivos, tanto como larvas, en las raíces o como adultos, en el follaje; en la región centroamericana la especie más comúnmente encontrada es *D. balteata*. Esta especie deposita sus huevos en el suelo en forma individual, generalmente cerca de las raíces de gramíneas y malezas de las cuales se alimenta la larva; esta es delgada como un hilo en sus primeros estadios, tiene cabeza marrón y una mancha oscura en el último segmento abdominal; puede medir hasta 10 mm y pasa por tres estadios, tornándose más corta y gruesa en su madurez; empupa en el suelo en una celda de tierra.

Descripción de los adultos

Los adultos alcanzan diferentes tamaños según la especie. Normalmente miden 6 mm de longitud y 3 mm de ancho; sobre sus élitros se observan puntos, bandas alternas y transversales, de color amarillo, negro, marrón y/o verde. La disposición de los puntos y bandas y los colores varían según la especie. La cabeza es roja, el protórax y el abdomen son amarillos.

Daño

Estos insectos son problemáticos en la etapa de semillero y en las plantas recién trasplantadas. El daño está representado por una serie de pequeñas perforaciones en el follaje, las cuales son una puerta de entrada para patógenos secundarios. Cuando la población es alta, la reducción del área foliar debilita la planta. Los adultos se alimentan también de las flores y las yemas y son capaces de transmitir enfermedades virales.

Como enemigos naturales de estos insectos se han registrado un parasitoide del adulto, *Encelatoria diabroticae* (Shiner)(Diptera:Tachinidae), un depredador del huevo, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) y depredadores del adulto, como *Castolus tricolor* Champ., *Repipta taurus* (F.), *Zelus* spp. (*Z. nugax* Stal) (Hemiptera: Reduviidae) y *Chauliognathus* sp. (Coleoptera: Cantharidae).

La mejor opción de manejo conocida es de carácter químico; se aplica un insecticida al follaje cuando se observan 2 o más adultos durante las primeras 4 semanas de haber trasplantado o cuando se observa un adulto por cada 1 m² en el semillero.

Otros crisomélidos, como *Leptinotarsa* spp. y *Nodonota* spp., también podrían atacar el chile ocasionalmente.

***Bemisia tabaci* (Gennadius), (Homoptera: Aleyrodidae). Mosca blanca (Figura 13).**

Descripción

Huevo y ninfa: Los huevos y las ninfas no están presentes en el chile en América Central; pero existe una raza que oviposita y desarrolla ninfas en Chile en Florida, República Dominicana y Puerto Rico.

Adulto: Son pequeños insectos blancos de 1 a 2 mm de longitud, con el aspecto de polillas (Fig. 13). Tienen dos pares de alas, cubiertas de cera fina.

Daño: *B. tabaci* es vector de un geminivirus del tomate en América Central; también ha sido reportado en otras partes del mundo como vector del mosaico amarillo en Chile y en varios cultivos. Las hojas nuevas se encrespan y la planta sufre un achaparramiento durante el ciclo vegetativo; muchos frutos se quedan verdes y pequeños sin llegar a madurar. A veces *B. tabaci* se encuentra en poblaciones mixtas, junto con otra mosca blanca, *Trialeurodes* sp., pero que no ha sido reportada como vector del virus en Chile dulce.



Figura 13. Adultos y ninfas de *Bemisia tabaci*.

Comportamiento y ecología

B. tabaci es una plaga muy difundida en América Central en algodón, tabaco, frijol y tomate irrigado. Aparentemente es un vector de virus en todos estos cultivos.

Antes de 1961, *B. tabaci* no se conocía como plaga en la región. 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 Nicaragua se le conoce principalmente como plaga de la estación seca, con un punto máximo a fines de febrero y muestra un pequeño incremento poblacional durante el "veranillo" de medio año. El brote de *B. tabaci* en América Central se atribuye a la amplitud del 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 la región y en algodón 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 insecticidas.

Se producen numerosas generaciones por año, con un ciclo de vida cercano a 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 estadio de pupa (2 a 4 días) y emergencia de los adultos, que pueden vivir varias semanas.

B. tabaci se encuentra en el Chile en la época seca, especialmente durante las siembras bajo riego. Los adultos se encuentran alimentándose en el envés de las hojas (Fig. 13) y vuelan cuando son perturbados, pero el único daño que causan al Chile dulce en América Central es la transmisión de un geminivirus, 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 y la época más crítica son las primeras 5 semanas del cultivo, pero un problema común es el trasplante al campo de plántulas ya infectadas por el virus en el semillero. Dada su eficiencia como vector, pocos adultos de *B. tabaci* son suficientes para infectar con virus muchas plantas.

Opciones de manejo

El punto clave del manejo de los virus transmitidos por la mosca blanca en el Chile dulce es la protección durante la época crítica, o sea durante las primeras 5 semanas después de la germinación. A medida que la planta crece, se puede infectar, pero el daño es menos significativo que al inicio de la vida de la planta.

Cuando la siembra es directa en el campo, suele ser necesario asperjar los trasplantes, si la mosca blanca se presenta durante las primeras semanas. El uso de insecticidas tiene algún efecto, aunque se debe tener cuidado en cuanto a resistencia y a la provocación de brotes de moscas minadoras.

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 la planta, el áfido, ni sus enemigos naturales. Tales aceites son eficaces contra virus persistentes como los transmitidos por la mosca blanca, pero el aceite en sí puede ser una medida eficaz de control también 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 las mata rápidamente. El aceite no puede mezclarse con el insecticida. Aunque teóricamente cualquier aceite ligero funcionaría, se ha comprobado que el aceite mineral y los de semilla de algodón, ajonjolí y maní son eficaces.

Por otro lado, se ha informado que se economizaron 4 aplicaciones de insecticida con la utilización de una cobertura de paja fresca. Las moscas fueron atraídas por la cobertura más que por el cultivo, hasta que aquella comenzó a secarse, momento en el que tuvieron que iniciarse las aspersiones de insecticidas. Valdría la pena probar esto en América Central, dado que la cobertura también puede ayudar a reducir las altas temperaturas del suelo, que a menudo limitan la producción de Chile en el trópico.

El pepino y el frijol se ha intercalado con éxito dentro de los tomates como cultivo trampa y se sugiere que se realicen estudios similares con Chile dulce para determinar si existen cultivos trampa potenciales.

Afidos

Los áfidos (Homoptera: Aphididae) son pequeños insectos de cuerpo blando, con y sin alas, de diferentes colores: verde, marrón, rojizo, negro o violeta (Fig. 14). La mayoría de las especies poseen un par de proyecciones dorso-abdominales cerca de la parte posterior del cuerpo, llamados cornículos (Fig. 15). Todos los áfidos son herbívoros, por lo que son importantes 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. Una hembra partenogenética puede producir una prole de hasta 50 descendientes con hasta 8 generaciones por año, lo que potencialmente podría dar lugar a la formación de poblaciones de áfidos muy grandes; sin embargo, las condiciones ambientales y los enemigos naturales se encargan de mantenerlas en equilibrio.

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

El daño producido por los áfidos puede ser directo o indirecto. En el primer caso, pueden dañar un cultivo si sus poblaciones son muy altas, al extraer la savia en grandes cantidades, debilitando la planta. Al succionar la savia, extraen una alta concentración de sustancias nitrogenadas y de carbohidratos, los que después de llenar las necesidades metabólicas 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 fotosíntesis, afecta la calidad del fruto.

La otra forma de daño es indirecta, por la transmisión de virus a las plantas, lo que puede causar cuantiosas pérdidas en los cultivos. Tanto los virus como los vectores se han adaptado en sus características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento.

Entre los virus del chile dulce transmitidos por los áfidos *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*, se conocen el virus Y de la papa y el virus del grabado del tabaco.

Los áfidos pueden invadir un cultivo desde otros cultivos cercanos, desde plantas hospedantes alternas o bien desde campos cultivados lejanos, de donde son acarreados por el viento; en este último caso, 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, son atraídos por los colores de onda larga, particularmente el verde amarillento, que -al principio- es el que ejerce mayor atracción; sin embargo, al encontrarse más cerca del suelo, el amarillo es el color preferido.

Los factores abióticos como la temperatura, precipitación y humedad influyen en la sobrevivencia y reproducción de los áfidos. Temperaturas bajas, precipitación frecuente y alta humedad relativa no les permiten formar colonias sobre los cultivos. Para *Myzus persicae*,



Figura 14. Afidos en el envés de la hoja de chile dulce.

por ejemplo, se ha considerado que la máxima actividad de vuelo se presenta a 26.6°C y la mínima, a 12.8°C.

***Myzus persicae* (Sulzer). Pulgón, áfido verde-amarillento de las solanáceas (Figura 15)**

El adulto mide de 1.3 a 2.5 mm de longitud; es de color amarillo, verde-amarillento pálido a rosáceo, con las antenas oscuras a negras. Las formas ápteras (sin alas) tienen la cabeza espinosa; la parte dorsal del abdomen cuenta con una placa central esclerotizada, que comprende desde el segmento III al V y, a veces, hasta el VI. Los áfidos alados se producen como respuesta a condiciones de hacinamiento, falta de alimentos y/o senectud de los tejidos vegetales.

Las formas aladas de *M. persicae*, a diferencia de la mayoría de las otras especies de áfidos, no se establecen en la planta después de haber producido la primera camada. Por lo general estos áfidos migran varias veces y producen varias camadas en diferentes plantas.

***Aphis gossypii* Glover. Afido del algodón, pulgón de las cucurbitáceas**

Los adultos miden de 1 a 1.5 mm de longitud y su coloración varía de verde oscuro, marrón verdoso a verde amarillento; las formas aladas tienen la cabeza y el tórax negro. Estos áfidos forman colonias en el envés de las hojas más tiernas o en los pedicelos florales.

Manejo

Cuando las poblaciones de áfidos alcanzan niveles muy altos, o cuando ellos son vectores de algún virus de importancia económica, el control de la virosis puede ser dirigido hacia los insectos mismos.

Se han empleado tácticas diversas, entre ellas el control biológico pues varias especies de enemigos naturales (depredadores, parasitoides y patógenos) de los áfidos se encargan de regular sus poblaciones. Los insectos depredadores que han sido reportados como más eficientes son los coccinélidos, sírfidos, y crisópidos. Algunas especies de arañas también pueden depredar áfidos. Otro grupo interesante de insectos son los parasitoides *Aphelinus*, *Diaeretiella*, *Lysiphlebus* y *Aphidius* (Hymenoptera: Aphididae).

Entre los 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.



Figura 15. Forma alata (con alas) de *Myzus persicae*. Nótese los cornículos cerca de la parte posterior del cuerpo.

Los áfidos se han controlado principalmente con insecticidas. Es conocido que algunos insecticidas inducen hiperactividad en los áfidos; de esta manera, se introduce un mecanismo que favorece la dispersión del virus dentro de la plantación, lo cual es indeseable.

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

Los aceites aplicados a alta presión sobre los áfidos que colonizan el chile dulce, podrían probarse como medio de control de estos insectos y, a la vez, como inhibidores de la transmisión de virus; en el cultivo de melón, en América Central, se tienen experiencias favorables usando esta técnica de control.

Gusanos del fruto

Las larvas de los lepidópteros *Spodoptera* spp., *Trichoplusia ni*, *Pseudoplusia includens*, *Estigmene acrea* y *Manduca sexta*, pueden atacar al chile dulce durante la etapa de crecimiento vegetativo; pero, al igual que *Heliothis zea* y *H. virescens*, causan su daño principal a los frutos. Especialmente durante períodos secos y en cultivos bajo riego (que son condiciones que favorecen las poblaciones altas de lepidópteros), es aconsejable inspeccionar el cultivo con regularidad para asegurarse de que no existan poblaciones dañinas de estas especies. Normalmente, sólo algunas especies de *Spodoptera* causan daño apreciable, de tal magnitud que merezcan su inclusión en la categoría de plagas principales del cultivo. Algunos investigadores afirman que, aún en estos casos, deben ser consideradas como plagas secundarias; ellos indican que los gusanos del fruto sólo son de importancia cuando altas poblaciones sean inducidas por el uso indiscriminado de insecticidas contra otras plagas.

Spodoptera spp. Gusanos del fruto

Las larvas de varias especies de *Spodoptera* atacan al chile dulce. Las hembras ponen numerosos huevos en masas sobre las hojas (*S. latifascia* lo hace generalmente por debajo de la hoja), recubriéndolos con escamas, lo que da a estas masas el aspecto de una pelusa.

Las larvas jóvenes son gregarias y se alimentan en el envés de la hoja, royendo la superficie y produciendo -a veces- su esqueletización. A partir del segundo o tercer estadio, se dispersan sobre la planta y se las puede encontrar alimentándose solas o en pequeños grupos. Cuando la densidad poblacional de las larvas es alta, tienen el color más oscuro que el estadio típico descrito en las secciones siguientes. Esta coloración se aproxima a la de larvas que actúan como gusanos "soldados" en algunos otros cultivos, aunque dicho comportamiento no ha sido observado en el chile dulce en América Central. Las larvas empupan en el suelo y los últimos estadios son sedosos al tacto. Los adultos son de color castaño y poseen alas traseras blancas, con una envergadura de 28 a 50 mm (Fig 17b). La larvas de *S. eridania*, *S. latifascia* y *S. sunia* son también conocidos como gusanos cortadores.

Las larvas del complejo *Spodoptera* tienen enemigos naturales que frecuentemente regulan las poblaciones, haciendo que su categoría como plaga sea sólo intermedia e, incluso, de poca importancia.

Comportamiento y ecología

Los gusanos del fruto del complejo *Spodoptera* son plagas generalistas que atacan casi cualquier especie de planta y cultivo, con preferencia las dicotiledóneas. Las fuentes de infestación son otros cultivos y, frecuentemente, las malezas como el bledo o huizquilite (*Amaranthus spinosus*) y la verdolaga (*Portulaca* sp.). En Florida se ha observado que al eliminar el *Amaranthus* de los campos 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 también en chile dulce.

Descripción de las especies

Spodoptera exigua (Hubn.). Gusano del fruto (Figura 16)

Las larvas de *S. exigua* pasan por 5 o 6 estadios, completando su desarrollo en periodos de 10 a 16 días. En el último estadio miden de 25 a 35 mm de longitud; tienen coloración gris-verdosa dorsalmente, con una línea amarilla quebrada en posición medio-dorsal, y una banda subdorsal, pálida (Fig. 16). Cuando las poblaciones son altas, pueden ser de color verde oscuro a totalmente negro. Es reportada como una plaga importante del chile dulce en las áreas secas de El Salvador, Honduras y Guatemala, aunque tiene una distribución cosmopolita, lo que implica que, finalmente, podría ser un problema en toda la región si se expanden las áreas de cultivo. Además de atacar a los frutos, las larvas pueden ocasionalmente causar serias defoliaciones en el cultivo.

Spodoptera eridania (Cram.). Gusano del fruto

Las larvas de *S. eridania* pasan por 6 estadios, completando su desarrollo en periodo de 14 a 18 días. En el último estadio miden de 35 a 40 mm de longitud; tienen coloración marrón-grisácea, con 2 líneas paralelas dorsales de manchas triangulares, a veces definidas, y líneas subdorsales rojizas. Son similares a las larvas de *S. sunia*, pero pueden ser separadas de ellas por la presencia de una línea subspiracular prominente de color blanco a amarillo, quebrada por manchas oscuras. La cabeza es de color amarillo marrón a castaño. Las larvas más jóvenes tienen coloración negra oscura aterciopelada, con rayas amarillas laterales. La importancia relativa de *S. eridania* como plaga del chile dulce parece ser menor que aquella de *S. exigua*, *S. sunia* y *S. latifascia*.



Figura 16. Larva de *Spodoptera exigua*.

Spodoptera sunia (Guen.). Gusano del fruto

El ciclo de vida y los hábitos de *S. sunia* son muy similares a los de *S. eridania*. Cuando está madura, la larva tiene el color gris-negro a gris-negruzco, con una línea dorsal de triángulos negros u oscuros, en pares, a lo largo del cuerpo. Cada triángulo tiene un punto blanco en el centro. La línea subspiracular, presente en *S. eridania*, es difusa o ausente en *S. sunia*. Las líneas dorsales y subdorsales son a menudo amarillas, rojas o anaranjadas pero pueden ser difusas. La cabeza es marrón con marcas negras.

Spodoptera latifascia (Walk.). Gusano del fruto (Figura 17)

Las larvas de *S. latifascia* pasan por 5 estadios, completando su desarrollo en aproximadamente 21 días. En el último estadio miden de 40 a 45 mm de longitud y tiene coloración negra, gris-negra o marrón clara. Poseen una hilera de pares de manchas negras triangulares dorsales, frecuentemente rudimentarias o ausentes, excepto en el último segmento abdominal. Las líneas dorsales, subdorsales y subspiraculares son generalmente difusas o ausentes. La cabeza es marrón (Fig. 17a). Las larvas jóvenes son similares a aquellas de *S. eridania* pero tienden a ser más verdosas durante los estadios tempranos.



Figura 17. *Spodoptera latifascia*.

- a. Larva.
- b. Adulto.
- c. Daño producido en el follaje.



Daño

Las larvas recién eclosionadas de *Spodoptera* spp. se alimentan en grandes grupos y raspan la epidermis de las hojas, dejando áreas traslúcidas en ellas y, a menudo, las esqueletizan. Este tipo de daño no tiene importancia económica, pero puede ser la primera indicación visible de

una infestación dañina potencial. Durante la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo, las larvas de mayor edad se alimentan individualmente en el envés de las hojas, produciendo agujeros grandes e irregulares.

Durante la fructificación, el daño al follaje continúa, pero algunas larvas también se alimentan de los frutos de todos los tamaños. El daño causado es variable. A veces es mínimo, produciendo un raspado en la superficie del fruto, que cicatriza rápidamente; de mayor seriedad son los agujeros grandes e irregulares, hechos especialmente en frutos en estado avanzado de desarrollo. En estos casos, la larva puede penetrar a la cavidad del fruto y esconderse adentro de ella.

***Estigmene acrea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae). Gusano peludo.**

Los huevos, esféricos, amarillos, son puestos en grupos irregulares de 100-200, sobre cualquiera de las caras de las hojas y no son cubiertos con escamas. Al emerger las larvas, se alimentan en grandes grupos, causando la esqueletización de la hoja; en el segundo o tercer estadio, se dispersan sobre la planta y otras plantas vecinas, donde se alimentan de hojas u -ocasionalmente- de flores y frutos. Las larvas tienen pelos largos por todo el cuerpo, amarillos en el primer estadio, oscuriéndose a marrón oscuro a medida que pasan por los 5 estadios larvales. El período larval dura de 17 a 21 días. El último estadio larval mide 40 a 45 mm de longitud y es capaz de desplazarse rápidamente sobre la planta. La pupación tiene lugar entre residuos de plantas en la superficie del suelo o, a veces, entre las hojas sobre la planta. El adulto es una mariposa nocturna, cuyo color principal es blanco, con manchas negras en la hembra; en el macho, se presenta un color anaranjado amarillento en las alas traseras y la parte inferior de las alas delanteras. *E. acrea* se distribuye por todos los países centroamericanos.

***Heliothis zea* (Boddie) y *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Gusanos del fruto (Figura 18)**

En el chile dulce estas dos especies solamente atacan a los frutos y frecuentemente se presentan en poblaciones mixtas donde generalmente predomina *H. zea*. Son de mucho menor importancia en chile dulce que en otras solanáceas, como el tomate.

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 casi esférica y por tener estrías que van desde la base hasta el ápice. Pueden ser confundidos con los del falso gusano medidor, *Trichoplusia ni*, pero éstos son más aplanados y tienen estrías más finas. Se encuentran generalmente en las hojas más cercanas a las flores e inmediatamente debajo de ellas. Los huevos tardan entre 2 y 5 días en eclosionar.

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 (Fig. 18). 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 o 40 mm de longitud. Las dos especies empupan dentro de una celda, en el suelo.

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



Figura 18. Larvas de *Heliothis virescens*

***Manduca sexta* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae). Gusano cornudo, gusano cachón (Figura 19)**

Descripción

Huevo: Los huevos son ovalados, de color verde claro cuando están recién colocados, pero cuando están próximos a eclosionar adquieren un tono amarillo-verdusco. Son puestos individualmente sobre la haz de las hojas y/o en los frutos.

Larva: La larva es verde, pero puede ser marrón o casi negra, con siete líneas oblicuas verde-blancuzcas, situadas sobre el espiráculo. Estos últimos son de tonalidad clara, rodeados de áreas rojas a marrón oscuro. En el octavo segmento abdominal presenta un cuerno que inicialmente es verde y luego, rojizo. El estado larval dura de 25 a 30 días; la larva empupa en el suelo, período que dura de 2 a 3 semanas.



Figura 19. Larva de *Manduca sexta*. Nótese el cuerno al final del cuerpo, en el octavo segmento abdominal.

Adulto: Los adultos son de hábitos nocturnos. Presentan una envergadura alar de 90 a 115 mm. Las alas anteriores son delgadas y puntiagudas, moteadas, con bandas transversales marrón oscuro, en la base de cada una de las cuales se observa una mancha blanca amplia. Las alas posteriores son oscuras, atravesadas por bandas de escamas oblicuas, blancas o marrones. El cuerpo es grueso y robusto, con la superficie basal del abdomen de color gris-negro con parches amarillos.

Daño

El daño lo ocasionan las larvas al alimentarse del follaje, dejando sólo la nervadura. Ocasionalmente perforan los frutos verdes y las flores, al alimentarse de ellos. Los daños a

las hojas, flores y frutos son puerta de entrada para patógenos. Este insecto rara vez constituye un problema de importancia económica.

Comportamiento y ecología

Las larvas se ubican a lo largo de un tallo grueso, mientras se alimentan de las hojas más jóvenes. En el campo se descubren al observar su excremento (una serie de bolitas verdes) en la base de la planta. Normalmente prefieren al tabaco; pasan al cultivo de chile solamente si la población es muy alta y no existen otros alimentos. Como en el cultivo de tabaco se da un manejo de plagas muy riguroso, es muy difícil que las poblaciones del insecto se eleven demasiado; de esa manera, el chile escapa a su daño.

Opciones de manejo

Esta especie es normalmente una plaga secundaria y sus poblaciones son controladas por enemigos naturales, por lo que rara vez serán objeto de control químico directo; el *Bacillus thuringiensis* usado para otras especies, también mantiene bajo control al gusano cornudo. El efecto de insecticidas químicos aplicados para el combate de otras especies, hace control indirecto de los pocos individuos de gusanos cornudos que llegan a la plantación.

En el control biológico de la plaga también pueden emplearse parasitoides de huevos como *Telenomus connectans*, *T. monilicornis*, *T. sphingis* (Hymenoptera: Scelionidae); *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae); también puede utilizarse parasitoides larvales como *Apanteles americanus*, *A. thoracius* (Hymenoptera: Braconidae); *Sturnia distincta*, *Zygotermia* sp. (Diptera: Tachinidae); también depredadores larvales como *Polistes* spp. (Hymenoptera: Vespidae).

Si la plantación es pequeña, se pueden destruir las larvas manualmente.

Gusanos Cortadores

Son varios los géneros y las especies que se consideran gusanos cortadores. Dentro de este grupo de insectos se encuentran: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *Feltia subterranea* (Fabricius), *Spodoptera latifascia* (Walk) (Fig. 17) y *Spodoptera sunia* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). Estos cortadores varían en color (marrón oscuro a negro) y en tamaño (2-5 cm).

Todos estos insectos pueden causar daños a las plántulas del semillero o a las recién trasplantadas. Las larvas se alimentan durante el atardecer, la noche y las primeras horas de la mañana. Se mantienen cerca de la periferia de la planta, enterrados, bajo terrones, en los rastros y malezas vecinas. El diagnóstico de estas plagas se inicia al observar plántulas caídas o con síntomas de marchitez o estrangulamiento. Se observan los rastros del mordisqueo del insecto en los tallos; para comprobar su presencia, se debe remover el suelo alrededor de la planta afectada o buscar en los residuos y rastros vecinos. Por lo general, los cortadores acostumbran enrollarse cuando son perturbados. Las larvas grandes pueden trepar a las plantas y alimentarse del follaje y los frutos jóvenes que están en contacto con el suelo. Además, roen la epidermis del tallo, obstaculizando el crecimiento de la planta.

Opciones de manejo

Se recomienda la remoción de rastrojos y malezas durante las primeras etapas del trasplante del cultivo, o durante la fase del semillero.

Al observar daños causados por estos insectos en el semillero, es recomendable la aplicación de un insecticida en la base de las plántulas. Además, se pueden usar cebos envenenados, los que se colocan al atardecer, distribuidos en el campo o alrededor del semillero. Un cebo envenenado puede hacerse mezclando un insecticida con afrecho y melaza, humedecido ligeramente sólo para dar forma a la mezcla.

Minadores

Liriomyza spp. (Diptera: Agromyzidae), Minador de la hoja (Figura 20)

Existen varias especies de minadores en América Central, pero *Liriomyza sativae* Blanchard es la especie asociada comúnmente con el cultivo de chile.

Descripción

Huevo: Los huevos son blancos, pálidos, ovalados y son depositados dentro de los tejidos de la hoja. La hembra introduce los huevos por el envés, pero los deja prendidos en la epidermis superior. El período de incubación es de 2 a 4 días.

Larva: Las larvas miden de 1 a 2 mm de longitud y son de color amarillo pálido. Se alimentan en el interior de la hoja, formando un túnel delgado que se va ensanchando conforme la larva crece. A simple vista, sobre la hoja, la galería aparece blanquecina y en forma de una serpentina (normalmente este es el indicio de la presencia de los minadores en la plantación). El estadio larval puede durar de 5 a 10 días, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona.

Pupa: Las larvas maduras abandonan las minas y caen al suelo para empupar. En lugares áridos (o en invernaderos) se puede observar que algunas empupan en la hoja. La pupa toma un color marrón claro y brillante. El período pupal varía de 6 a 10 días.



Figura 20. Galería en la forma de una serpentina, causada en la hoja por la larva de *Liriomyza* sp.

Adulto: El adulto es una mosca pequeña de hasta 2 mm de longitud, amarilla, con el dorso negro brillante.

Daño

Las larvas minan las hojas, formando galerías curvas e irregulares. Las minas interfieren con la fotosíntesis y la transpiración en la planta, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes, se atrasa su desarrollo. Si el daño es severo en la época de fructificación, la planta se defolia exponiendo los frutos a quemadura de sol, lo que provoca pérdidas económicas.

Comportamiento y ecología

Los minadores raramente presentan problema como plaga en el cultivo de chile en América Central.

En Guatemala, evaluando umbrales de acción para determinar el momento adecuado de aplicar el insecticida, nunca se alcanzaron los niveles de menor exigencia; es decir, las poblaciones evaluadas, nunca fueron plaga. En casi todas las latitudes se reporta que *Liriomyza* posee muchos enemigos naturales eficientes, que mantienen sus poblaciones bajo control. Es decir que, cuando se transforma en problema, es porque se han eliminado sus enemigos naturales; o sea, que se trata de una plaga inducida.

Por ejemplo, en Guatemala, en el cultivo de plantas ornamentales bajo invernadero, tales como la flor amarilla ("Mary Gold"), el grupo *Liriomyza* se ha transformado en la plaga de mayor importancia, debido al sobreuso de insecticidas para el control de gusanos defoliadores del cultivo. En California, *Liriomyza sativae* es plaga en muchos cultivos hortícolas, debido a que el efecto de los insecticidas es letal para los parasitoides asociados pero es sólo subletal para ella.

El problema se agrava por el hecho de que las moscas han desarrollado resistencia a varios insecticidas. En Florida, *Liriomyza trifolii* (Burgess) ha desarrollado resistencia a todos los insecticidas utilizados para su control, tanto carbamatos y organofosforados, como piretroides. *L. trifolii* desarrolla resistencia más rápido que otras especies de *Liriomyza*; esto ha ocurrido probablemente por su potencial reproductivo, que es 3 veces mayor que el de aquéllas, y porque la resistencia se ha desarrollado en condiciones de invernadero, en donde la inmigración de individuos susceptibles es muy baja y el régimen de aplicación de insecticida es más intenso y frecuente que en condiciones de campo.

Las estrategias de manejo incluyen el uso de insecticidas selectivos como la avermectina (un producto de la fermentación de *Streptomyces avermitilis*) y abamectina (combinación de avermectina B1a y avermectina B1b), que tienen la ventaja de controlar los minadores sin afectar a sus enemigos naturales.

Acaros

***Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae). Acaro blanco, ácaro tostador de la papa, ácaro del chile, ácaro tropical (Figura 21c)**

Este ácaro es de aproximadamente 150 micras de longitud y su color es blanco perlado. Con una lupa de 10 aumentos se pueden observar los huevos, que son hialinos y presentan un

ligero granulado de figuras geométricas. Los adultos son visibles a simple vista, pero con cierta dificultad; se encuentran más comúnmente en el envés de las hojas jóvenes. Está presente durante todo el ciclo del cultivo, pero normalmente su ataque solo afecta los primeros estados de la planta.

Los síntomas de daño se presentan en la haz y el envés de las hojas jóvenes (Fig. 21c). La parte que se nota más afectada es el nervio central, donde son depositados los huevos. El nervio central sufre un resquebrajamiento, con lo cual interrumpe el desarrollo de las hojas, las que se corrugan o distorsionan, pero la planta en general no presenta clorosis. Si la infestación es alta, las hojas presentan color verde claro, ocurriendo también floración incipiente y aborto de botones florales. Si el daño se incrementa, la planta no desarrolla, quedando enana; la floración se inhibe y las hojas quedan deformadas, sin mesófilo y la nervadura enrollada. Si existen frutos, éstos se deforman. Finalmente, la planta podría presentar muerte descendente.



Figura 21. Acaros

- a. *Tetranychus urticae* en el envés de la hoja
- b. Síntomas avanzados del ataque por el ácaro *Tetranychus urticae*
- c. Aspecto que ofrece la planta atacada por el ácaro *Polyphagotarsonemus latus*; nótese que no hay clorosis. A veces el ataque se confunde con el de virus, en cuyo caso sí hay clorosis.

Cuando se observan las plantas sin detenimiento, los síntomas en las hojas pueden ser confundidos con los que producen los virus; sin embargo, con virus sí se manifiesta clorosis (Fig. 21c).

Este ácaro tiene un ámbito muy amplio de hospedantes, tanto plantas cultivadas como silvestres. Puede ser transportado por el viento, material vegetal, herramientas de trabajo,

personas e insectos que entran al campo. *P. latus* existe en toda América Central y su desarrollo como plaga ha sido frecuente en los últimos años. A menudo estos ácaros han escapado a su control natural, presentándose poblaciones explosivas que se han transformado en verdaderos problemas, como sucedió, en 1987, en la región de Azuero en Panamá.

Manejo

En el combate de este ácaro se recomienda la aplicación de productos azufrales a razón de 0,5 g/l. La frecuencia de aplicación dependerá de las condiciones climáticas: a 30°C y 70% de humedad relativa (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 de su ciclo oscila entre 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, porque el acaricida aplicado a altas temperaturas puede causar fitotoxicidad.

La eliminación de plántulas infestadas, la desinfección de utensilios y la eliminación de malezas hospedantes disminuyen la población de ácaros.

Debe tenerse cuidado, pues se ha observado al ácaro de la fresa (*Phytonemus pallidus* (Banks)) provocando en Chile una sintomatología similar a la provocada por *Polyphagotarsonemus latus*. Si se observa con una lupa los huevos de *P. pallidus*, éstos son lisos, blancos y brillantes, mientras que los de *P. latus* son hialinos y presentan un ligero mosaico de figuras geométricas. Es importante distinguir entre los dos ácaros pues su manejo difiere. *P. pallidus* no es susceptible a las aplicaciones de productos azufrados, por lo que debe ser combatido con productos específicos como propargite y óxido de fenbutaín.

***Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae). Arañita roja, ácaro de dos manchas, arañuela roja (Figuras 21a y 21b)**

Este ácaro es de color variado, usualmente con tonalidades verdes, amarillas o rojizas, con dos manchas oscuras (manchas idiosomales) visibles en su parte dorsal. Los huevos son de color blanco perláceo, lisos y brillantes. El número de huevos que la hembra es capaz de depositar varía con la temperatura y la humedad.

Generalmente se encuentra en el envés de las hojas y puede presentarse todo el año, pero en épocas secas alcanza las poblaciones más altas. Las infestaciones en un cultivo recién trasplantado producen pérdida de turgencia y pequeñas manchas amarillas. Si el daño es severo, hay clorosis total, defoliación, necrosis y muerte de las plántulas.

Al inicio del daño, se observan unas punteaduras amarillas que contrastan con el verde de las hojas. Luego se observa clorosis parcial o total de la lámina foliar y necrosis de las áreas más afectadas.

Además de las hojas, *T. urticae* puede infestar los carpelos y los pétalos de las flores, donde se desarrollan las colonias con abundante tela de seda para proteger sus huevos.

Cuando se alimentan sobre los frutos, éstos no se desarrollan adecuadamente: quedan retorcidos, sus hendiduras lobulares se acentúan y, en general, los frutos pierden vigor.

Este ácaro tiene una amplia lista de plantas hospedantes y puede ser transportado por el viento, material vegetal, utensilios y personas que entran al campo. Al igual que el ácaro

blanco, la araña roja está presente en todo el ciclo del cultivo, pero su ataque afecta más durante la floración y la fructificación.

Manejo

Deben tomarse en consideración las siguientes precauciones: eliminación de plántulas infestadas, desinfección de utensilios, eliminación de malezas hospedantes y la sanidad en el momento del trasplante.

T. urticae no es afectado por las aplicaciones de productos azufrados, por lo que debe ser combatido con productos específicos como propargite, azociclotín y óxido de fenbutatfín. El uso de ácaros depredadores como *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) y otras especies de los géneros *Amblyseiulus* y *Metaseiulus* podrían probarse como otra opción en el manejo de los ácaros.

Para detectar la presencia de la plaga, se recomienda examinar en algunas plantas 1 o 2 hojas a la altura media de la copa. Cuando hay más de 10 arañuelas rojas y más de 10 huevos por hoja, se considera que los ácaros han alcanzado un nivel poblacional que amerita medidas de control. Si el daño se ha extendido, debe aplicarse el control en forma general; de otra manera, puede hacerse por parches o sectores.

En ocasiones se pueden presentar *P. latus* y *T. urticae*, causando daño en conjunto, lo que da origen a una sumatoria de síntomas. En el manejo se deben considerar las especies por separado; para determinar a cuál de los ácaros debe ir dirigido el combate, se debe tomar en cuenta el estado fenológico de la planta, el número de adultos y de huevos por hoja.

En Guatemala, en un área de producción de hortalizas de zona árida (El Conacaste, Sanarate, El Progreso) en donde se aplica riego por goteo, existen poblaciones endémicas de *T. urticae* que afectan la producción de chile dulce y otros cultivos en cualquier época del año. Estas poblaciones son tan altas que los daños son severos en toda la planta. Es sin duda la plaga clave y mayor en esa zona para la producción de solanáceas. Para su control, allí se utilizan diferentes acaricidas, como propargite y óxido de fenbutatfín. Los piretroides sensibilizan la planta hospedante al ataque de ácaros de la familia Tetranychidae, reducen la transpiración de la hoja e inducen un descenso en la humedad relativa, lo cual estimula la reproducción de los tetraníquidos.

Recientemente se está evaluando el efecto de la avermectina como acaricida selectivo. Sería interesante probar en chile dulce el efecto combinado de la avermectina y algún ácaro benéfico, como *P. persimilis*, que ha demostrado ser eficaz para el control de ácaros de la fresa en Costa Rica.

Es posible que la alta incidencia de ácaros en algunas zonas se deba a una alteración ecológica muy drástica, por lo que sería recomendable hacer estudios sobre opciones de manejo en esas condiciones ambientales.

Plagas insectiles menores

Algunas especies de insectos pueden producir ataques ocasionales al chile dulce, especialmente cuando las condiciones climáticas o algunas prácticas de manejo del cultivo les son favorables. A continuación se ofrecen datos sobre algunas de esas especies.

Los crisomélidos *Epitrix cucumeris* y *E. fasciata* (Figura 22) pueden presentarse, a veces, como plagas del chile dulce y otras solanáceas. Las hembras depositan sus huevos en grupos

en el suelo, cerca de las raíces de la planta hospedante. Aproximadamente a los 7 días emergen las larvas, que son blancas y en forma de hilo, de 4 a 5 mm de longitud, al alcanzar su desarrollo completo. El estado larval dura un mes, hasta transformarse en pupa y, una semana después, emergen los adultos. El ciclo completo tarda mes y medio. 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 va de castaño oscuro a negro brillante. Son redondeados, con los fémures traseros bien desarrollados, lo que les permite saltar cuando se les perturba. Los élitros tienen hileras longitudinales de fositas y están cubiertos con pelos cortos. Las antenas y patas son amarillas.



Figura 22. Daño al follaje ocasionado por *Epitrix* sp.

El daño más visible es el que producen los adultos al comer las hojas, en las que hacen muchos agujeros redondos. Los daños son más críticos cuando los adultos atacan plantas jóvenes y semilleros.

Entre las medidas de manejo se recomienda la remoción de las plantas hospedantes voluntarias y de las malezas solanáceas presentes 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 insecticidas.

Los gusanos medidores (*Trichoplusia ni* y *Pseudoplusia includens*; (Lepidoptera: Noctuidae)) atacan esporádicamente las plantaciones de chile dulce, 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, que son redondos y verdes, sobre la superficie de las hojas. Las larvas pasan por 6 estadios y alcanzan hasta 30 mm cuando maduran; son verdes con rayas laterales y dorsales verdes y blancas. Caminan arqueándose como lo hacen los "medidores" (Fig. 23). Empupan en un capullo de seda dentro de una hoja enrollada; la pupa es verdosa y se torna marrón poco antes de la emergencia del adulto.



Figura 23. Gusano medidor (cf. *Trichoplusia* sp.)

Los adultos son palomillas con una envergadura alar de 29 a 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 y 32 días.

Para el manejo de estas plagas se debe 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 con *Bacillus*

thuringiensis para no afectar la fauna benéfica que actúa sobre los gusanos medidores y otros lepidópteros que atacan al chile dulce.

4.3 Descripción y Manejo de los Patógenos

El chile es un cultivo de altos riesgos fitosanitarios, especialmente por la incidencia de plagas y su comportamiento impredecible, así como por el elevado costo de los insumos y la fluctuación de los precios del producto.

De las enfermedades del chile, se clasifican como parasitarias aquellas causadas por hongos, bacterias y virus, que son las de mayor importancia económica; se clasifican como enfermedades no parasitarias o abióticas las que se deben a condiciones críticas de humedad, temperatura, nutrimentos y fitotoxicidad.

Actividades fisiológicas afectadas por los patógenos

El factor común en la definición de enfermedad es la condición de anormalidad fisiológica de la planta, generada por ataques de patógenos. Algunos autores consideran que las enfermedades de las plantas se deben atribuir a cambios anormales en sus procesos fisiológicos, mientras que otros definen la enfermedad como una alteración perjudicial en el proceso de utilización de energía dentro del sistema viviente. Estas consideraciones hacen que sea necesario conocer la actividad fisiológica afectada por el patógeno o el factor abiótico. Esto permite integrar los conocimientos sobre la anatomía y fisiología de la planta, en las áreas de acción y deterioro observadas.

Las 4 actividades fisiológicas del chile más afectadas por el ataque de patógenos son: absorción y traslocación de agua y nutrimentos, fotosíntesis, formación y desarrollo de los frutos y maduración de los frutos después de la cosecha.

Absorción y traslocación de agua y nutrimentos

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

- a. Hongos que causan pudriciones al sistema radical y a la base del tallo de las plántulas: *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora parasitica* y *Phytophthora capsici*. Estos organismos afectan un amplio número de especies, para lo cual disponen de alta capacidad patogénica y saprofítica.
- b. Patógenos que se establecen en los tejidos corticales bien formados de la raíz y el tallo, causando pudriciones, necrosis y agallas: *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora capsici*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* y *Erwinia carotovora*.
- c. Patógenos que causan el marchitamiento de las plantas al interferir en el transporte de agua y nutrimentos por los haces vasculares: *Fusarium oxysporum* var. *lycopersici*, *Pseudomonas solanacearum* y *Verticillium alboatrum*.

Fotosíntesis

El área foliar de las plantas puede ser invadida por diferentes tipos de organismos, desde parásitos facultativos hasta los muy especializados. También se presentan clorosis,

deformación y necrosis de las hojas por deficiencia o exceso de nutrimentos, poda excesiva o fitotoxicidad provocada por productos 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 estos patógenos también dañan el tallo. Los más conocidos son: *Cercospora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, virus del grabado del tabaco y el virus Y de la papa.

Formación y desarrollo de los frutos

Una amplia gama de hongos patógenos y de factores abióticos, interfieren en la formación y desarrollo de los frutos.

Los patógenos que causan manchas en los frutos son: *Cercospora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *Alternaria alternata*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, virus del mosaico del tabaco, virus del grabado del tabaco y virus "Y" de la papa. Las pudriciones de los frutos se deben especialmente a los siguientes hongos y bacterias: *Cercospora capsici*, *Phytophthora parasitica*, *Phoma destructiva*, *Rhizoctonia solani* y *Erwinia carotovora*.

De los factores abióticos, la falta de calcio y los intervalos distanciados de riego producen la pudrición terminal del fruto; por su parte, la exposición a la luz solar intensa puede causar escaldados.

Maduración de los frutos en postcosecha

En postcosecha, los frutos pasan de su madurez fisiológica a una maduración posterior y -en seguida- a la senescencia, lo cual permite el ataque de un gran número de hongos y de bacterias que causan pudriciones. Los organismos causales son los mismos de las pudriciones de los frutos, incluidos en la sección precedente. El manejo deficiente en la cosecha, selección, empaque, transporte y almacenamiento, favorece el ataque de estos patógenos.

Principales enfermedades del chile en América Central

Las enfermedades fungosas y bacterianas del chile en general se encuentran ampliamente diseminadas en América Central; de éstas, las más importantes son las siguientes: marchitez fungosa (*Phytophthora capsici*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum*), mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici* y *Pythium* sp.) mancha cercospora (*Cercospora capsici*), antracnosis (*Colletotrichum* spp.), marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*) y bolsa de agua (*Erwinia carotovora*).

La marchitez fungosa más común e importante es la causada por *Phytophthora capsici*; sin embargo, también se encuentra en toda América Central y Panamá el hongo *Sclerotium rolfsii*, y la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* se ha reportado en Costa Rica, Guatemala, Honduras y Panamá.

La marchitez bacteriana se registró en 1989 como problema limitante sólo en algunas regiones de Guatemala, Costa Rica y El Salvador; sin embargo, es un patógeno de amplia deseminación y al que son muy susceptibles los cultivares de chile sembrados en el istmo.

El escaldado de los frutos del chile es común en las áreas de producción cuando el follaje de la planta es afectado por patógenos, especialmente *Phytophthora capsici* y *Cercospora capsici*.

El virus del mosaico y el del grabado del tabaco, así como el virus Y de la papa, se observan en algunas áreas, pero hasta el momento representan factores limitantes de la producción de chile solamente en Comayagua, Honduras, y en varias regiones de El Salvador.

***Pythium* spp., *Phytophthora capsici* y *Rhizoctonia* spp. Mal del talluelo**

El mal del talluelo puede ser preemergente o post-emergente. En el primero, la plántula no alcanza a brotar del suelo; en el segundo, los tallos a nivel del suelo presentan estrangulamiento y necrosis de los tejidos, y al final se doblan.

Este problema es común en las áreas tropicales en donde se cultiva chile y tomate y contra él no se conocen factores de resistencia varietal. Los hongos se desarrollan con mayor facilidad en suelos húmedos, con temperatura alta, mal drenados o compactos; sin embargo, las plántulas sanas que superan las 2 o 3 hojas sin ser afectadas, no presentan susceptibilidad posteriormente.

En semilleros se recomienda la desinfección del suelo con dazomet o bromuro de metilo y también se puede usar la solarización; además, los semilleros no deben establecerse en sitios muy húmedos o mal drenados.

Las épocas de temperaturas altas del suelo son las apropiadas para la siembra directa cuando las plantas son vigorosas y se desarrollan más rápido. Por otro lado, el uso de protectores de semilla es eficaz en la reducción de la incidencia del mal del talluelo.

***Phytophthora capsici* Leonian. Marchitez fungosa**

La marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici* es el factor limitante más importante para la producción de chile en América Central.

Síntomas

La infección ocurre en las raíces o en la base del tallo en campos irrigados. El primer síntoma, que generalmente se observa después de la floración, es un marchitamiento de las hojas sin ningún cambio en su color, que finalmente quedan colgadas de los pecíolos. En la base del tallo aparece una mancha marrón verdusca, que se ennegrece de acuerdo con el grado de lignificación de la planta. Las raíces y tallos afectados muestran una pudrición suave, acuosa, inodora. Los frutos anticipan su cambio a color rojo y se arrugan. Los tallos continúan erguidos con las hojas colgantes y los frutos secos y arrugados.

Los síntomas causados por *Phytophthora* en el chile difieren de los provocados por *Sclerotium rolfisii* y *Fusarium oxysporum* var. *vasinfectum*. En la esclerotiniasis, las manchas acuosas de la base del tallo se expanden y lo rodean; se produce un micelio de tipo algodonoso sobre las lesiones, que desarrolla unos cuerpos esféricos de 2 mm, denominados esclerocios, primero blancos, después con apariencia de granos de mostaza y, finalmente, achocolatados; estos signos son los que permiten reconocer al patógeno y diferenciarlo de otros. En el caso de *Fusarium oxysporum* var. *vasinfectum*, el primer síntoma visible es la caída de las hojas inferiores. Los tejidos internos de la raíz y el tallo son pardo oscuros y las lesiones externas corresponden a cánceres hundidos que estrangulan el tallo en forma gradual.

Durante la época lluviosa, *P. capsici* puede atacar desde plántulas hasta plantas maduras, y la marchitez puede presentarse durante todas las etapas de crecimiento. Los cultivos afectados muestran mortalidad de frutos. El inóculo puede ingresar en el fruto a través del pedúnculo, produciéndose una podredumbre, que se inicia alrededor del cáliz como una mancha verde oscura; la epidermis del fruto pierde su brillo y toma un aspecto acuoso, hasta arrugarse. Las semillas infectadas toman una coloración parda y, luego, se arrugan. En condiciones de suelo húmedo, la base del tallo se puede cubrir de micelio y presentar estructuras de fructificación de color blanco o azul verdoso.

El hongo *P. capsici* se puede aislar con facilidad en el medio agar-agua, con trozos de aproximadamente 2x2 mm de tejido, obtenidos del borde de la lesión y con un mínimo de tejido necrosado. En las lesiones de la base del tallo, causadas inicialmente por *P. capsici*, es más frecuente encontrar estructuras de *Fusarium* sp., lo cual ha dado origen a la suposición de que este hongo podría ser el agente causal de la enfermedad. Por ello, es importante observar una adecuada y cuidadosa técnica de aislamiento.

P. capsici es patógeno en diferentes especies de plantas cultivadas, la mayoría solanáceas y cucurbitáceas; se ha determinado la enfermedad en ayote, berenjena, cacao, melón, pepino, sandía y tomate.

La habilidad de *P. capsici* para afectar determinados hospedantes varía según el aislamiento. En Costa Rica, el estudio de aislamientos de diferentes áreas de producción indican una gran amplitud en la virulencia del hongo.

Epidemiología

El desarrollo de la enfermedad causada por *P. capsici* depende de las condiciones ambientales y de la cantidad de inóculo presente en el suelo. La época seca, con tiempo soleado e irrigación por surcos -que genere un nivel freático alto- favorece la producción de esporangios y su posterior invasión de las plantas.

El hongo puede sobrevivir como saprófito, pero se vuelve parasítico en presencia de hospedantes susceptibles, en tejidos infectados en descomposición lenta o en el suelo, en forma de estructuras de resistencia.

En cultivos bajo riego, el factor más importante para el desarrollo de la enfermedad es la humedad en el área cercana a la base del tallo. La producción de esporangios en tejidos infectados ocurre en suelos cuyos contenidos de humedad varían entre la capacidad de campo y el punto de saturación. El riego se considera uno de los principales vehículos de transporte, porque facilita la diseminación de las zoosporas. En áreas dedicadas al cultivo del chile en Costa Rica, a pesar de existir condiciones de temperaturas altas, la enfermedad afecta sólo la base del tallo y no se manifiesta en el follaje.

Manejo

Las principales medidas de manejo se orientan a prácticas culturales, resistencia varietal y uso de agroquímicos.

Entre las medidas de manejo cultural sobresalen las siguientes:

1. Destrucción de fuentes potenciales de inóculo, como residuos de cosecha.
2. En cultivo bajo riego por gravedad, hacer el trasplante en el centro de lomillos, que deben tener no menos de 1 m de ancho.

3. Aumento de la altura de lomillo, cuya altura preferible debe ser de 30 a 40 cm.
4. Rotación de cultivos, pues se ha demostrado que el hongo sobrevive cerca de 2 años en ausencia del hospedante;
5. Manejo adecuado del agua de riego, para evitar condiciones de humedad favorables para el desarrollo del hongo. Para ello se debe:
 - a. Preferir el riego por gravedad al riego por aspersión.
 - b. Procurar que el agua de riego por gravedad humedezca sólo hasta un poco por debajo de la superficie del suelo en el sitio donde está la planta.
 - c. Variar la altura de los lomillos y la distancia entre surcos. La combinación óptima dependerá de la textura del suelo; por ejemplo, en suelos arcillosos, una altura de 40 cm y una distancia entre surcos de 1.4 m.
 - d. Nivelar bien el terreno, para evitar el encharcamiento, o establecer un buen sistema de drenaje. Para que el agua se distribuya con uniformidad y no se acumule al final del surco, se sugiere dar a los surcos de riego una longitud de 25 a 50 metros, como máximo.

La aplicación de una cantidad de agua mayor a la requerida por el cultivo aumenta la incidencia de la enfermedad; por lo tanto, la menor frecuencia de riego puede provocar una mayor incidencia, porque la cantidad de agua suministrada por aplicación debe ser mayor.

El uso de cultivares resistentes o tolerantes podría considerarse la forma más factible para solucionar el problema. Actualmente no hay cultivares de chile dulce de alta resistencia, pero sí existen varios con resistencia media y buenas características agronómicas, probadas bajo condiciones de Costa Rica y Panamá (Cuadro 1). Se destacan por su resistencia y rendimiento los materiales Cholo y 17248 del IDIAP y las colecciones Nájera 1 y Nájera 2 del CATIE. Para chile picante, se dispone de un nivel de resistencia más alto y en mayor número de materiales de procedencia mexicana o colecciones realizadas en Costa Rica. Los materiales CM-322, CM-323, CM-324 y CM-337 con alta resistencia a *P. capsici*, se encuentran bajo estudio en cuanto a sus características agronómicas y de producción en Costa Rica y Guatemala.

Los materiales caracterizados por resistencia en el CATIE se encuentran en el Banco de Germoplasma de dicha institución en Turrialba, Costa Rica; se han enviado a los países de la región centromericana, para su comprobación y estudio en diferentes condiciones de clima y de otras poblaciones del patógeno.

***Sclerotium rolfsii* Sacc. Marchitez fungosa**

La marchitez fungosa causada por *Sclerotium rolfsii* es común en áreas de producción de chile en El Salvador y Guatemala y es segunda en importancia a la marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici*. En los dos primeros párrafos del aparte Síntomas de la marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici*, se aporta información para establecer las diferencias.

Síntomas

Las plantas exhiben una marchitez total y rápida. La base del tallo se va secando y en su superficie se desarrolla un micelio blanco. En algunos casos se observan bolitas blancas,

anaranjadas o achocolatadas de 2 mm de diámetro sobre las lesiones. Tales bolitas son esclerocios del hongo, que permiten diagnosticar al agente causal.

Manejo

Para el manejo de esta enfermedad, deben eliminarse 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 del riego ayuda a evitar la enfermedad; en el aparte Manejo de la marchitez fungosa causada por *P. capsici*, se ofrecen sugerencias para el manejo adecuado del agua.

***Fusarium oxysporum* var. *vasinfectum* Snider & Hansen. Marchitez fungosa. (Figura 24)**

Esta enfermedad se ha observado en Guatemala, Honduras y Panamá. En estos países existe confusión sobre el posible agente causal de la marchitez fungosa. En los dos primeros párrafos del aparte Síntomas de la marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici*, se da información para establecer las diferencias.

Síntomas

Caída de hojas inferiores. Los tejidos internos de la raíz y el tallo se tornan pardo oscuros (Fig. 24) y las lesiones externas corresponden a cánceres hundidos, que gradualmente estrangulan el tallo.

El hongo presenta tres tipos de estructuras reproductivas: microconidias uniceldadas, macroconidias de 6 a 7 septas y esporas de pared gruesa o clamidósporas.

Epidemiología

El hongo vive en el suelo y puede ser diseminado por el agua de riego o por los vientos fuertes. La humedad del suelo tiene gran influencia sobre el desarrollo del hongo, de manera similar a los dos patógenos anteriores. La enfermedad se reduce en condiciones de buen drenaje de suelos, con riego bien controlado. Puede ser severa bajo condiciones de suelo con exceso de humedad.

Manejo

Se dispone de variedades resistentes como la variedad Mexican Chile No. 9. Si se usan cultivares susceptibles, se deben seleccionar suelos de buen drenaje y controlar el riego; en el aparte Manejo de la marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici*, se ofrecen sugerencias para el manejo adecuado del agua.

***Cercospora capsici* Heald y Wolf. Mancha cercospora (Figura 25)**

La enfermedad está presente en toda la región centroamericana. En cultivares de chile dulce y picante causa pérdidas importantes por defoliación.

Síntomas

La enfermedad afecta hojas, pecíolos, tallos y pedúnculos (Fig. 25). Inicialmente, se presentan manchas circulares de 1 cm de diámetro, con el centro ligeramente gris y bordes oscuros. El hongo puede crecer sobre la lesión y se detecta con la ayuda de una lupa. Las hojas severamente afectadas se tornan amarillas y caen. El efecto de la defoliación varía con el cultivar.

Epidemiología

Los tubos germinativos penetran por los estomas de las hojas y el período para la producción de nuevas esporas es de una semana. El hongo se disemina por el viento y el agua. Las condiciones de humedad y temperatura altas, favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Manejo

Se usan protectores de semilla y, al aparecer las primeras manchas, se pueden aplicar productos como el mancozeb o el clorotalonil. Se conocen cultivares resistentes como California Wonder, Hungarian Wax, Mogidas Cyuzas-2, Soroksari y Marrimack Wonder, Cholo y Nájera 2.

Pseudomonas solanacearum Smith. Marchitez bacteriana

La marchitez bacteriana constituye una de las enfermedades más críticas en regiones tropicales y subtropicales. El banano, el chile, la papa y el tomate son los cultivos más importantes atacados por esta bacteria.

En América Central la bacteria es problema de importancia económica para el cultivo de chile en el trópico húmedo, en donde los suelos están infectados naturalmente por la Raza 1; el problema también se presenta en algunas regiones del trópico seco. En el período 1985-1989, se observaron focos de infección severa en las zonas de Turrialba y Limón, Costa Rica. La incidencia fue superior al 30% al iniciar la cosecha, tanto en el chile dulce como en el picante. Se reportaron epifitias severas en el Pacífico Central de Costa Rica, en el Valle de Somoa, El Salvador y en Zacapa, Guatemala.



Figura 24. Tallo de chile dulce atacado por *Fusarium oxysporum* var. *vasinfectum*. Ver en el texto la descripción de los síntomas.



Figura 25. Daño al fruto causado por la mancha cercóspora.

Síntomas

El daño se puede presentar entre el estado de 5 a 8 hojas, hasta la época de inicio de la fructificación, con síntomas de marchitamiento abrupto; 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; en pocos días la cubre por completo, sin dar tiempo a que se produzca clorosis. Ciertas cepas de las bacterias inducen una proliferación de raíces adventicias en el tallo; al realizar cortes del tallo, se nota el oscurecimiento de los conductos vasculares. Al colocar en agua tejidos de la raíz o de la parte basal del tallo, 2 o 3 minutos después se observa un exudado de apariencia lechosa, que es signo inequívoco de la masa bacteriana y de los exudados depositados en el sistema de conducción de la planta.

Se observa con frecuencia la marchitez en hileras, debido a que la bacteria sale de las raíces de las plantas infectadas y penetra en las de plantas sanas adyacentes.

El exudado lechoso del xilema, sumado a las colonias blancas en YDC y bacteria gram negativa, catalasa positiva con 1-3 flagelos y oxidasa positiva, aeróbica estricta, son elementos suficientes para identificar a *P. solanacearum* en el laboratorio.

Epidemiología

La bacteria 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 algunos casos hasta una profundidad de 7 m. Como muestra de lo anterior, se ha determinado que esta raza sobrevive 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, nematodos o el hombre. En condiciones muy favorables para la bacteria, puede penetrar por las hendiduras producidas en las áreas donde emergen las raíces secundarias. La bacteria llega a los vasos de conducción de agua a través de los cuales se propaga en la planta y en estados avanzados de la enfermedad, infecta los espacios intercelulares de las células parenquimatosas de la corteza y la médula, degrada las paredes celulares y forma cavidades donde se observan masas mucilaginosas de bacterias y restos de células vegetales.

El patógeno es muy destructivo en ambientes húmedos y cálidos (temperatura mayor a 28°C). Dado que la bacteria necesita abundante humedad para un desarrollo óptimo, la incidencia de la enfermedad aumenta en suelos con drenaje deficiente. Asimismo, el patógeno puede infestar especies pertenecientes a 25 diferentes familias de plantas, muchas de ellas cultivadas, tales como papa, tabaco, maní, berenjena, banano y soya.

La diseminación de la enfermedad se realiza por salpique y por el arrastre superficial producido por la lluvia y el agua de riego; también puede diseminarse por las herramientas, materiales y equipos agrícolas, por el trasplante de plantas infectadas, o por prácticas culturales tales como la poda, el deshierbe y el amarre de las plantas.

Manejo

El combate cultural de la enfermedad es errático en las condiciones del trópico húmedo, debido a que en tales condiciones la bacteria persiste fácilmente en el suelo y en plantas

solanáceas, compuestas y leguminosas; por tal razón, las rotaciones de cultivos o de la eliminación de plantas hospedantes no son eficaces.

En las condiciones del trópico seco, la eficacia de las rotaciones de cultivos está condicionada por la duración del período seco. Se ha determinado que en lugares con gran incidencia de marchitez, la enfermedad se disminuyó a niveles poco significativos mediante rotaciones por 2 años con gramíneas, siempre y cuando ocurra el período normal de sequía.

La siembra de un cultivar susceptible no debe realizarse en terrenos en donde anteriormente hubo infección, además, es necesario desinfectar el suelo del semillero. En pruebas realizadas en Turrialba, la desinfección de almácigos, más una buena fertilización y el remojo de la raíz con sulfato de estreptomycin, a la hora del trasplante, redujo en 40% la incidencia, en suelos muy infestados con la bacteria.

En condiciones de campo, la enfermedad requiere la eliminación temprana de las plantas jóvenes afectadas, y la aplicación de una solución desinfectante (caldo bordelés, carbolina 10%, o hipoclorito de sodio 1%) en el sitio de siembra, para disminuir su inóculo y diseminación. Asimismo, se debe mantener un drenaje eficiente en la plantación.

El método más confiable de combate de la enfermedad es la resistencia genética. Desde 1985, el Proyecto MIP del CATIE ha venido evaluando y seleccionando materiales de chile dulce con resistencia genética a *Pseudomonas solanacearum* en las condiciones del trópico húmedo, en donde la incidencia en materiales susceptibles (Agronómico 10, Irazú) es superior al 60% al inicio de la cosecha. Se han identificado materiales promisorios de porte alto, de porte bajo, para mercado nacional y para exportación.

En los tipos de exportación sobresalen los materiales de origen panameño Cholo RP1 y Júbilo; en el tipo de mercado nacional se destacan 17245, 17248 y Nájera 2, provenientes de los reconocimientos efectuados en Costa Rica. Estos materiales se pueden obtener en el Banco de Germoplasma del CATIE.

Erwinia spp. y Pseudomonas sp. Podredumbre húmeda de los frutos, podredumbre blanda bacteriana, podredumbre negra. (Figura 26)

Esta enfermedad causa pérdidas importantes, tanto en el cultivo como durante el transporte, el depósito y la comercialización. En el área centroamericana las pérdidas oscilan entre 10 y 20%, tanto en el campo como en las operaciones de poscosecha. En las condiciones del trópico húmedo, esta bacteria se asocia con el daño de la mosca *Neosilba* sp., la cual, en la época lluviosa, puede destruir del 30 al 50% de los frutos.

Síntomas

Los síntomas se inician como una mancha húmeda, opaca, en la superficie del fruto verde (Fig. 26); luego, externamente la lesión se arruga, mientras que en el interior la podredumbre avanza, transformando los tejidos en una masa blanda, acuosa, incolora. Mientras la epidermis permanece intacta, el fruto podrido cuelga como una bolsita llena de agua, hasta que finalmente se rompe, vaciándose el contenido.

En el complejo con *Neosilba* sp. las bacterias asociadas producen en el fruto una mancha oscura de 2 a 8 cm de longitud, que avanza rápidamente por la superficie o por el interior del fruto, la cual origina una pudrición seca, contrastante con la "bolsa de agua". Entre 48 y 72

horas después de la infección, la superficie del fruto se abre y, en las 48 horas siguientes, el fruto cae.

Epidemiología

Los síntomas iniciales en ambas pudriciones aparecen antes de 24 horas de la penetración de las bacterias, y la destrucción de los frutos inmaduros es muy rápida; también afecta los frutos maduros, pero en ellos la podredumbre se desarrolla en forma lenta.

Las bacterias penetran a través de heridas; se diseminan por la acción de los insectos y de la lluvia, por agua de riego, viento y herramientas; además, viven como epífitas en la superficie del fruto y el follaje de la planta. Sobreviven en forma saprofitica, tanto en residuos de cosecha como en el suelo.

El desarrollo de la enfermedad es mayor en condiciones de alta precipitación pluvial y temperatura mayor de 24° C, ya que la población epífita alcanza su máximo en estas condiciones. En tal ambiente, el fruto presenta un gran contenido de agua, que lo torna más susceptible, especialmente cuando hay heridas. El alto contenido de nitrógeno en la planta también favorece el desarrollo de la epifitía.

En el complejo *Neosilba*-bacteriosis se han identificado *Erwinia carotovora*, *E. chrysanthemi*, *E. nigrifluens* y *Pseudomonas* spp.

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 daños severos de podredumbre blanda bacteriana, es conveniente la destrucción inmediata de los residuos de cosecha, efectuando rotación con maíz, frijol o soya.

Se deben tomar medidas para evitar las heridas durante la manipulación de los frutos, las cuales permiten la penetración de la bacteria. Los lugares de empaque o almacenamiento deben estar ventilados, limpios y desinfectados. La temperatura debe estar separada entre 0 y 4°C así se darán condiciones óptimas para impedir el desarrollo de la enfermedad en frutos cosechados. Los frutos, deben lavarse con agua en una solución de 25 ppm de hipoclorito de sodio; así se eliminan las bacterias, aunque el enjuague con esa solución no detiene la infección iniciada antes del lavado.

En observaciones de campo en el trópico húmedo, se ha notado que las aplicaciones de cobre metálico y cloruro de calcio reducen el desarrollo de la epifitía; se supone que así se mata la población epífita y ocurre un endurecimiento de la epidermis del fruto.

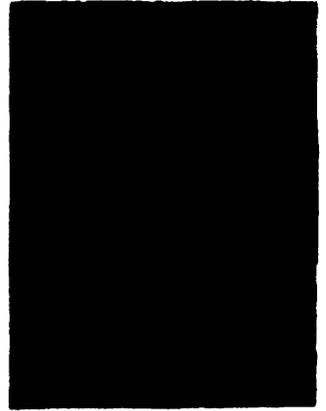


Figura 26. Síntomas de la podredumbre negra del fruto, causada por *Erwinia carotovora*

***Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Mancha bacteriana, añublo bacteriano, mancha angular de la hoja**

Esta es la enfermedad bacteriana con mayor frecuencia en el área centroamericana. Aparece generalmente luego del trasplante, aunque en ocasiones se observan daños foliares en el semillero. La enfermedad se generaliza e intensifica, especialmente bajo lluvias continuas acompañadas por fuertes vientos, cuando no se han aplicado fungicidas a base de cobre metálico.

En América Central se han registrado epifitias severas en los meses más lluviosos. El principal daño de la enfermedad es la excesiva defoliación y el manchado en los frutos, que afecta su calidad comercial. Con esta enfermedad se asocian otros problemas, como las quemaduras del sol en los frutos y su pudrición debida a organismos secundarios, que penetran por las lesiones que causa la bacteria.

Síntomas

El patógeno puede desarrollarse en los frutos jóvenes, el follaje y los tallos. Los síntomas iniciales sobre el follaje son manchas circulares, oscuras, traslúcidas, de menos de 3 mm de diámetro; más tarde, las lesiones se vuelven angulares y de color pardo. Por lo general la porción central de las manchas se desprende. Sobre los tallos, el patógeno desarrolla cánceres pequeños de 10 mm de longitud, que son ásperos y pardos.

Los síntomas más conspicuos aparecen sobre los frutos jóvenes, como manchas en relieve, diminutas, de color verde oscuro, aceitosas; un halo claro puede rodear las manchas, pero desaparece a medida que éstas envejecen. Luego, la epidermis se desgarras y la lesión se deprime, presentándose en forma de cráter irregular, con varios milímetros de diámetro, de color castaño claro a negro, de aspecto costroso y corchoso. No se produce infección en los frutos maduros.

En el laboratorio, la bacteria se identifica por ser bacilos gram negativo, con un flagelo polar, catalasa positiva y oxidasa negativa, en medios de extracto levadura-dextrosa-carbonato de calcio; las colonias son amarillas, mucoides.

Epidemiología

El ambiente húmedo y la temperatura entre 25 y 30°C favorecen el desarrollo de la enfermedad. En las condiciones centroamericanas, la época lluviosa o la de sequía con riego por aspersión, son condiciones apropiadas para el desarrollo de la mancha bacteriana. El patógeno se disemina por el viento húmedo y por salpique de la lluvia; se introduce en las hojas a través de estomas y heridas y en los frutos, por estas últimas.

La bacteria sobrevive en el suelo asociada con residuos de plantas de Chile enfermas, que persisten en los campos de cultivo; también puede sobrevivir como epífita de las raíces o de las partes aéreas de plantas de Chile remanentes de cosechas anteriores o en hospedantes alternos, principalmente solanáceas y brasicáceas silvestres. Como saprófito del suelo, muere a los cinco meses. Una fuente importante de inóculo primario es la semilla, ya que la bacteria puede persistir allí por períodos de 10 años, aún en semillas secas.

El patógeno presenta gran variabilidad en cuanto a su patogenicidad; algunas cepas atacan solamente el chile, pero otras atacan al chile y al tomate indistintamente. Las cepas se han agrupado en dos razas únicamente.

Manejo

No se han encontrado cultivares de uso comercial con resistencia a esta bacteria, aunque sí se observan en el campo diferencias entre cultivares en cuanto a su susceptibilidad. Una vez establecida, la enfermedad es de difícil control, por lo que debe hacerse todo lo posible para evitarla. La estrategia de exclusión comprende el uso de semilla libre del patógeno; si se sospechan bacterias en la semilla, debe tratarse antes de la siembra con hipoclorito de sodio al 1%, por 1 minuto. Si se utiliza trasplante, debe desinfectarse el semillero para asegurar la obtención de plántulas libres de la bacteria. En el campo, deben practicarse medidas sanitarias, tales como la eliminación de residuos luego de la cosecha, de plantas de chile remanentes de cosechas anteriores y de otros hospedantes. Asimismo, en áreas donde está presente la enfermedad, se sugiere una rotación con gramíneas y un período de barbecho, al menos por 1 o 2 años.

En las fases iniciales de la epifitía en el campo, la enfermedad se controla mediante aspersiones de cobre metálico (sulfato de cobre tribásico o hidróxido de cobre) en asocio con productos orgánicos a base de manganeso (maneb o mancozeb). Este combate está sujeto a las condiciones de baja humedad posteriores a las aplicaciones; en ambientes muy húmedos, estos productos no detienen la enfermedad.

Virus Y de la papa (PVY) y virus del grabado del tabaco (TEV) (Figura 27)

Ambos patógenos están distribuidos en toda la región centroamericana, pero el PVY es el más diseminado e importante. El TEV se ha convertido en un factor limitante de la producción en Honduras y El Salvador.

Síntomas

Las plantas permanecen enanas, con un moteado generalizado, áreas amarillas y verdes de diferentes tonalidades, abultamiento en las hojas y las venas (nervaduras anormales), llegando en casos extremos a una deformación total; los frutos se deforman y presentan zonas amarillas con manchas o franjas. Si las plantas son infestadas en una época avanzada de su desarrollo, pueden llegar a producir abundantes frutos de buena calidad; pero cuando la infección ocurre a edad temprana, el rendimiento y la calidad de los frutos son bajos. (Fig. 27)

Epidemiología

Entre las fuentes de inóculo primario para estos dos virus se señalan plantas que incluyen malezas, papa y tomate. Dentro de las malezas se reportan *Solanum nigrum*, *S. aracile*, *Physalis arguluta*, *P. aranicola*, *P. aliosa* y *Chenopodium album*.

Los áfidos transmiten los virus en forma no persistente, lo cual significa que pierden su capacidad de transmisión poco tiempo después de haberla adquirido. Es posible la diseminación mecánica, aunque se considera que los vectores juegan un papel más importante y eficiente. Los áfidos más importantes indicados como vectores de estos virus en América Central son *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*.

La tasa de dispersión de los virus dentro de una plantación está asociada con la población de vectores y la concentración del virus en las plantas enfermas. El PVY alcanza el pico de concentración máxima dos semanas después de la inoculación y permanece así por 7 semanas.

Las partículas infecciosas de los virus PVY y TEV son de forma filamentosa; presentan las mismas características de una prueba de inclusión y se diferencian en la respuesta serológica y en la reacción que desarrollan los materiales tipo tabasco. El PVY causa mosaico, mientras que el TEV origina un marchitamiento y, algunas veces, la muerte.

Asimismo, el PVY es incapaz de infectar sistémicamente a *Chenopodium amaranticolor* y *Datura stramonium*. El TEV produce moteado y hojas distorsionadas en *D. stramonium*. Ambos virus causan lesiones en *C. amaranticolor*.



Figura 27. Aspecto general de una planta de chile atacada por virus.

Manejo

La resistencia es el método más eficaz y económico para controlar estos virus, y se han reportado gran cantidad de líneas resistentes a diversas razas; el problema en América Central es que no se han realizado pruebas de identificación de razas del virus y no se ha trabajado en pruebas de selección de materiales resistentes, bajo las condiciones del istmo. En la actualidad se dispone de cultivares desarrollados en EE.UU. que no reúnen condiciones de mercado o no están adaptados a ciertas condiciones tropicales; ejemplo de ello son Florida VR-2 y Yolo Y -resistentes al PVY y TEV- pero que, en las condiciones de Costa Rica, muestran gran susceptibilidad a cercosporas y hongos del suelo.

Las prácticas culturales y el control de vectores son los métodos de combate disponibles para evitar estos virus. Estas prácticas incluyen la eliminación de plantas hospedantes en los alrededores de la parcela, la disminución de la población de vectores, la variación del patrón de diseminación de los insectos y la reducción de la probabilidad de infección cuando los áfidos se alimentan en la planta de chile.

El cultivo se debe aislar al menos 50 m a la redonda de la población de plantas hospedantes de los virus; para ello, deben eliminarse estos hospedantes antes del inicio de la plantación. Si no es posible erradicarlos, la aplicación de afidicidas (acefato y pirimicarb) sobre las plantas hospedantes ayuda a reducir el número de vectores infecciosos que entran a la plantación. El uso de barreras de frijol o vigna a 15 m de la plantación puede trabajar eficazmente como cultivo trampa, en el que se asperja semanalmente un afidicida.

Virus del mosaico del tabaco (TMV)

Aunque se considera que ciertas razas de TMV están distribuidas por toda la región centroamericana, no hay informes de su importancia en el cultivo del chile; a pesar de ello, se considera conveniente incluir alguna información al respecto.

Síntomas

El TMV provoca en el chile un moteado verde oscuro o claro, sobre todas o algunas de las hojas, acompañado de encrespamiento y malformación; ese color es más notorio en las partes jóvenes de la planta. Cuando la infección tiene lugar en el almácigo, durante o enseguida del trasplante, el crecimiento de la planta puede detenerse o disminuir; cuando esto ocurre durante la floración, se producen grandes daños en cuanto al rendimiento y calidad de la producción. Las infecciones posteriores al comienzo de la fructificación pueden producir poco o ningún efecto.

Epidemiología

El TMV es uno de los virus más infecciosos y se transmite por contacto durante las operaciones culturales o mediante el roce de plantas enfermas con sanas. Por esta circunstancia, la enfermedad tiene menos incidencia en chiles de tipo industrial ya que no se podan ni se requieren tutores, por lo que el manipuleo de plantas es mucho menor. Es resistente a la desecación y su punto de inactivación térmico es elevado, por lo cual permanece activo durante largos períodos en hojas secas de tabaco y en residuos de cosecha. Debido a ello, el TMV puede conservarse en el tabaco manufacturado, cigarrillos, (cigarros, tabaco para pipa, etc.); por lo tanto, los trabajadores que fuman y que llevan el virus en las manos, son sus principales diseminadores.

El virus puede encontrarse en la superficie de la semilla procedente de frutos con mosaico; también, aunque en menor proporción, en el interior de las semillas. En la práctica, parece ser que la cantidad de plantas infestadas por este medio es baja, por diversas causas.

El TMV afecta a muchas otras solanáceas espontáneas y cultivadas, así como también a plantas de otras familias.

Manejo

Los medios de control sanitario deben impedir la infección o retardarla, pues una vez que el virus se ha establecido en el cultivo, es difícil evitar su diseminación. Se recomiendan las siguientes medidas:

- a. Sembrar semilla certificada o libre de virus;
- b. Eliminar las malezas en las proximidades de almácigos y trasplantes;
- c. No utilizar productos de tabaco manufacturado u hoja natural de tabaco, mientras se trabaja en almácigos y trasplantes;
- d. Manipular por separado las plantas enfermas, lavándose las manos con jabón común y agua para eliminar el virus, antes de tocar plantas sanas;

- e. Destruir los restos de almácigos y plantaciones inmediatamente después del trasplante y de la cosecha, respectivamente;
- f. Practicar rotaciones con cultivos resistentes.

En diferentes lugares de América se utiliza, con buenos resultados, el tratamiento con leche para prevenir el mosaico, en cultivos de tabaco; se asperjan los almácigos con leche, 24 horas antes de arrancar las plantas para el trasplante, a razón de 0.23 l/m² de almácigo.

También se emplea la leche en polvo, disolviéndose a razón de 0.12 kg/l de agua, que se asperja en la proporción antes indicada. Por otra parte, los trabajadores sumergen las manos en leche cada 20 ó 30 min, mientras efectúan las operaciones de trasplante.

En las primeras fases del cultivo, es aconsejable arrancar y destruir las plantas que muestran síntomas de mosaico, para retardar la diseminación del virus. Esta medida no es aconsejable si la infección supera el 1% de la plantación.

Nematodos

Los nematodos son organismos invertebrados, pluricelulares, 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 gran flexibilidad de movimientos. Más del 20% de las especies conocidas son parásitas de plantas. Los fitonematodos son de tamaño submicroscópico (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 (Fig. 28).

Los nematodos poseen un estilete, que actúa como una aguja hipodérmica, con el cual perforan los tejidos vegetales; en el proceso también inyectan sustancias que alteran 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 (Fig. 28). 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 los hongos que forman micorrizas y las bacterias fijadoras de nitrógeno.

Fitonematodos del chile dulce (Figuras 29 y 30)

En el plano mundial se reconocen más de 40 especies de nematodos asociados con el chile dulce. Las más dañinas para el cultivo pertenecen a tres géneros: *Meloidogyne*, *Nacobbus* y *Rotylenchulus*.

En América Central ya se han identificado especies de los géneros *Meloidogyne* y *Rotylenchulus* pero no de *Nacobbus*. En este último, la especie *N. aberrans* es muy patogénica en algunas variedades de chile en México, capaz de inducir agallas en las raíces que dan la apariencia de cuentas de rosario (Fig. 29). Las especies más comunes de *Meloidogyne*, (*M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*), se han detectado en la región centroamericana. Estas especies poseen razas fisiológicas, es decir, poblaciones que difieren solamente por su preferencia a hospedantes y su reacción patogénica o solamente por su reacción patogénica.

Las especies y razas más comunes a nivel mundial pertenecen a *M. incognita* y *M. javanica*. De esta última especie, la Raza 1 es la más común y una de las pocas que se han

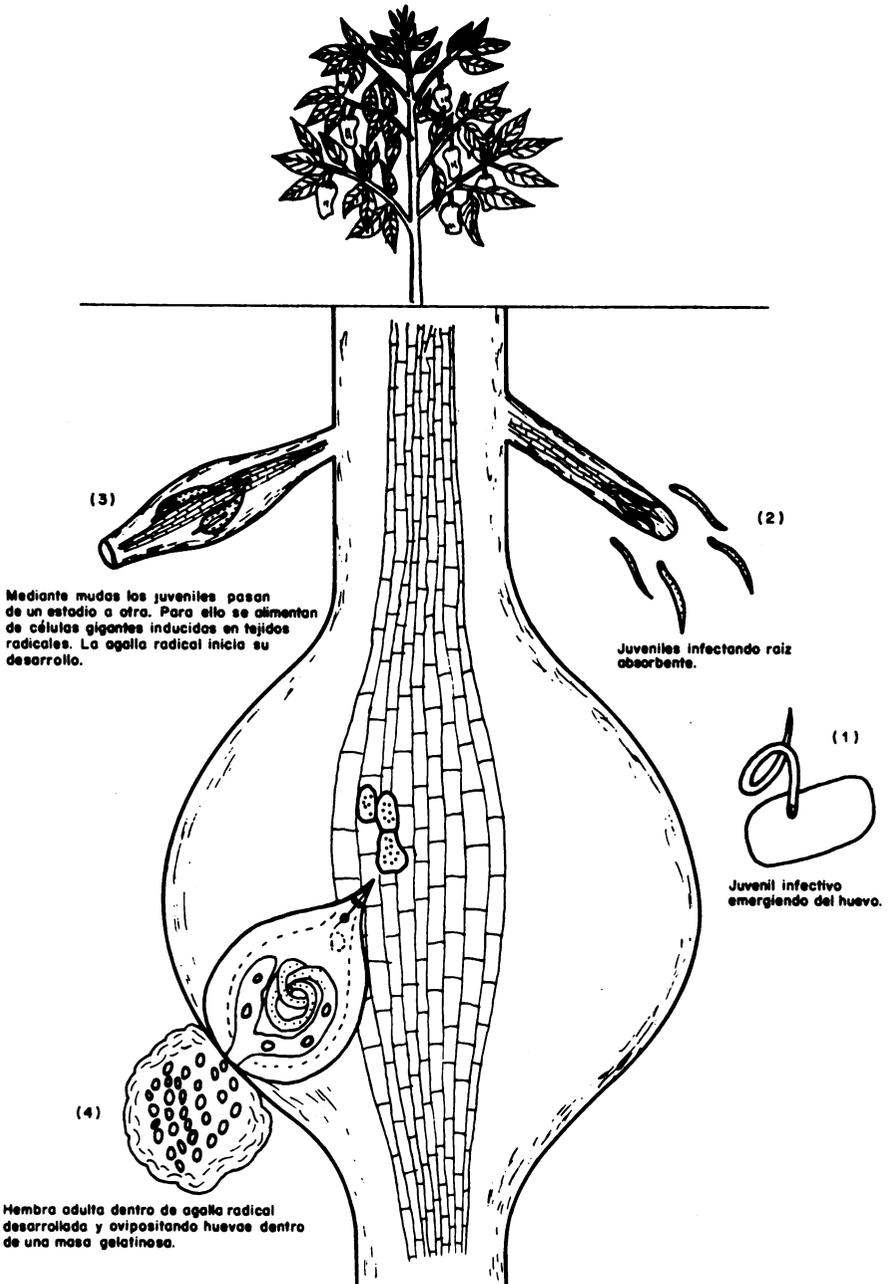


Figura 28. Ciclo de vida de los nematodos del género *Meloidogyne*

determinado en América Central, junto con la Raza 2 de *M. incognita*. Para programas de búsqueda de fuentes de resistencia es indispensable conocer la población de *Meloidogyne* con la que se trabaja.

La "marchitez del chile" es una enfermedad compleja presente en la mayoría de los países centroamericanos, en la cual varios fitopatógenos están aparentemente involucrados, tales como: *Phytophthora capsici*, *Pseudomonas solanacearum*, *Xanthomonas* spp., *Sclerotium rolfsii*, *Pythium* spp. y los insectos *Phyllophaga* spp. El nematodo agallador de raíz, *Meloidogyne* spp., también está involucrado y, por lo que se conoce en otras latitudes, se cree probable que participe en el complejo de varias enfermedades, casi siempre provocando un daño mayor que cuando el nematodo se encuentra solo.

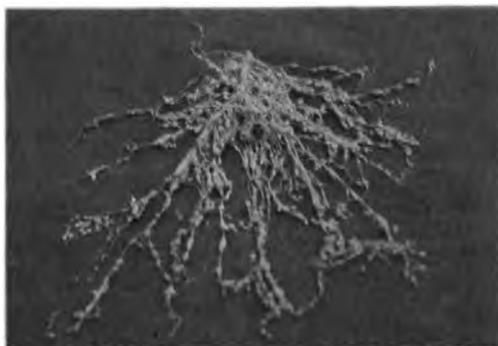


Figura 29. Agallas en las raíces del chile, inducidas por el nematodo *Nacobbus aberrans*.

El nematodo nodulador

El ciclo de vida de los miembros del género *Meloidogyne* (Fig. 28) 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 han sufrido 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 y mudan 3 veces más, hasta 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 como 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 origina un largo nematodo filiforme, más fácil de encontrar al final del ciclo del cultivo, cuando predomina la reproducción sexual. En ciertas condiciones, estos nematodos se reproducen en forma asexual por varios mecanismos. En ambos casos ovipositan en promedio de 500 a 1000 huevos. La duración del ciclo de vida es de aproximadamente 3 semanas. Así, durante el ciclo del cultivo, el nematodo produce varias generaciones, pudiendo incrementar su población en forma exponencial.

Signos del ataque del nematodo nodulador

Como se ha indicado antes, los síntomas de las plantas atacadas por nematodos no son exclusivos de ellos, 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.

Control de nematodos

En América Central, algunos productores de chile dulce dependen casi exclusivamente de nematicidas para combatir al nematodo nodulador. Muy pocos intentos se han hecho para desarrollar otras opciones de naturaleza cultural o biológica. Existen varias tácticas que deben evaluarse en cada zona productora, ya que ninguna de ellas por sí sola podría ser suficiente para garantizar un control efectivo bajo distintas condiciones. A continuación se describen algunas de las tácticas.



Figura 30. Marchitez en chile dulce inducida por el nematodo *Meloidogyne incognita*.

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 chile dulce 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

La exclusión consiste en una serie de medidas destinadas a impedir la introducción de nematodos a una área desprovista de ellos. 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 nematodos; por ejemplo, el barbecho profundo en días calurosos, el mantenimiento del terreno inundado con agua por varias semanas, el cambio de 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 tela de polietileno 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 del trópico húmedo que en las del trópico seco.

Control biológico y químico

A pesar 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. Sin embargo, cabe destacar los enormes esfuerzos que la comunidad científica realiza en esta dirección actualmente, quizás como nunca antes en la historia de la nematología, con el propósito de dar respuesta a las exigencias de calidad y limpieza de residuos químicos en productos agrícolas, de un mundo de consumidores más conscientes del entorno ecológico.

La aplicación de nematicidas granulados contra nematodos asociados al cultivo es el único medio de combate al alcance de la mayoría de los productores de América Central. Los nematicidas más comúnmente utilizados son: carbofurán (Furadán), ethotrop (Mocap) y fenamifós (Nemacur). Estos productos se aplican en el suelo de varias maneras, casi siempre en el momento de la siembra. 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 por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EE.UU. como restringidos.

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

Enfermedades abióticas

Deficiencias de calcio y pudrición del extremo apical

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

En el fruto del chile se observa pudrición del extremo apical cuando hay deficiencias de calcio. El síntoma se inicia en los frutos verdes, con una pequeña mancha húmeda alrededor de la cicatriz del estilo; la lesión crece hasta producirse una mancha seca de borde definido. En estados avanzados se observa la presencia de hongos saprófitos y bacterias en el área afectada.

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

En terrenos donde se ha presentado la enfermedad se recomienda aplicar cal antes de la siembra; en plantaciones establecidas se hacen 3 o 4 aplicaciones de Cl_2 o de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ al



Figura 31. Fruto del chile dulce afectado por exposición al sol.

follaje, cada semana a partir de la floración; se aplican 1 o 2 kg/ha diluidos en 400 l. Se recomienda programar riegos a intervalos regulares para mantener el suelo con humedad uniforme.

Quema del sol (Figura 31)

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

El síntoma característico es el desarrollo de zonas escaldadas en cualquier parte del fruto (Fig. 31). Para disminuir los efectos de las quemaduras, se debe proteger la planta contra la defoliación causada por enfermedades o por daño mecánico.

4.4 Descripción y Manejo de las Malezas

Relaciones de las malezas con los cultivos

Aquí se definen las malezas 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 los terrenos agrícolas sin que el agricultor las siembre intencionalmente y, además, que estas plantas no tienen valor de uso para el agricultor; se excluyen así de la definición de maleza aquellas especies que, a pesar de no ser sembradas, tienen algún valor de uso para el agricultor. Este caso es muy común en América Central, en donde los pequeños y medianos agricultores identifican varias especies de plantas, (normalmente consideradas como malezas) como especies alimenticias o medicinales, para construcción, en ritos religiosos y de otro tipo, de tal forma que 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 sociocultural 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 de sustancias tóxicas al cultivo (alelopatía). Algunas malezas también son hospedantes alternas de patógenos o insectos plagas de los cultivos y así ejercen un efecto negativo indirecto sobre las cosechas. Por otro lado, muchas malezas pueden albergar o proveer alimento a los enemigos naturales de las plagas, de tal suerte que su presencia en los agroecosistemas es beneficiosa. Estos fenómenos han sido poco investigados en nuestras condiciones y, por lo tanto, no se dispone de suficiente 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 los del cultivo. Algunas de estas plantas se asocian con ciertos cultivos porque están adaptadas a los mismos habitats 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, haciendo difícil el control. La ecología comparativa de las malezas y los cultivos proveerá de los instrumentos básicos para conformar programas de manejo; en tales programas se aprovechan las diferencias bioecológicas entre las malezas y el cultivo, 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 anual (Fig. 32), se percibe que la producción de semillas (Fase 4) y su almacenamiento y conservación en el suelo (Fase 1), son etapas críticas que determinan su potencial de competencia con el cultivo. Los métodos de manejo deben dirigirse a esas etapas críticas de 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 diversas tácticas de manejo disponibles; los momentos y las tácticas más adecuadas variarán de acuerdo con la especie de malezas, el cultivo, los métodos de control disponibles y las prácticas agronómicas y culturales preferidas por el agricultor.

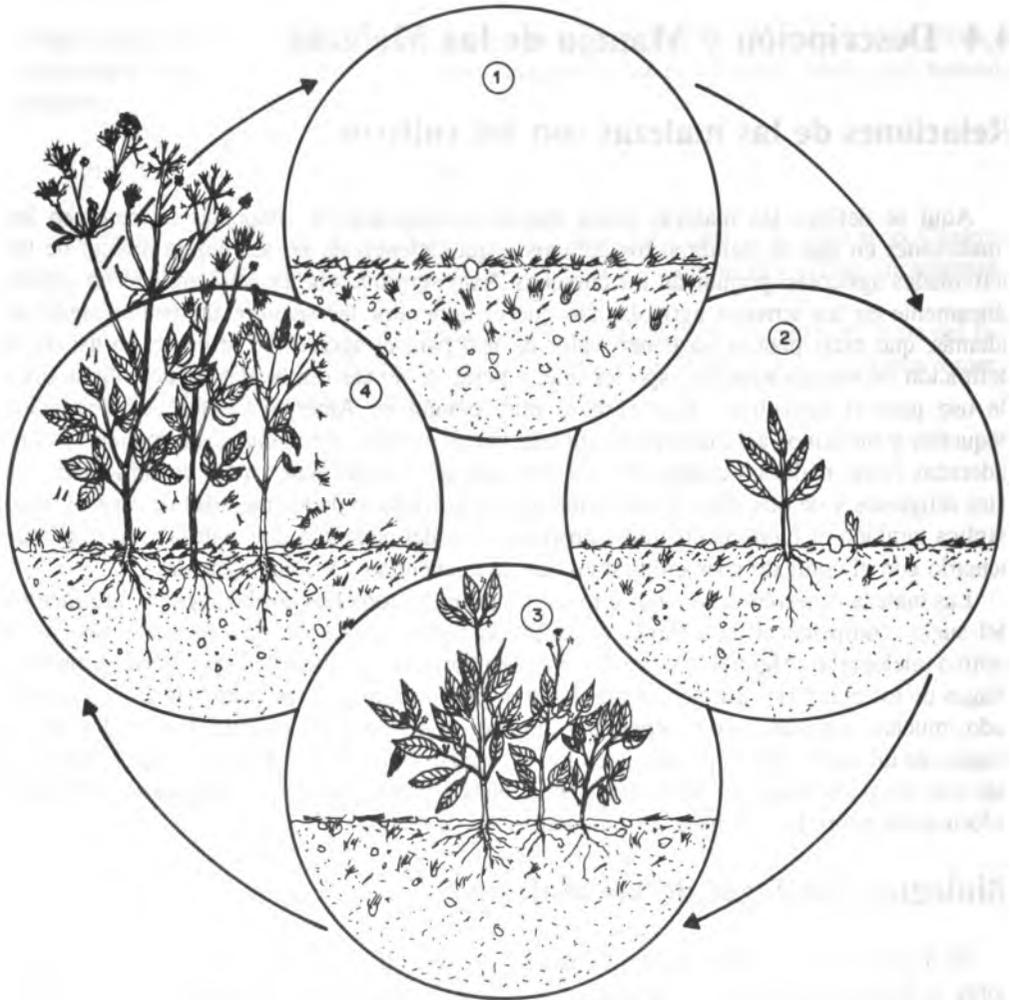


Figura 32 Elementos de la dinámica de una planta monocárpica (florece una vez y muere): El banco de semillas en el suelo. 2- Fase de "reclutamiento" de plántulas. 3- Fase de crecimiento en masa o en unidades modulares. 4- Fase reproductiva. (Harpers. 1977) ▶

Interferencia de las malezas con el cultivo del chile dulce

La interferencia de las malezas con el cultivo de chile dulce es una función variable dependiente, en general, de prácticas agronómicas como el método de siembra (directa o por trasplante), el sistema de siembra (en surco simple o doble) y, en particular, del tipo demaleza. También influye la frecuencia y la intensidad del riego, la fertilidad del suelo y el programa de fertilización empleado.

La siembra directa del chile dulce requiere de un estricto control de las malezas durante las primeras semanas, después de la emergencia del cultivo.

Las pérdidas en el rendimiento del chile dulce sin control de malezas, en las condiciones de la región, oscilan entre el 50 y el 75% 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 prácticas agronómicas no dirigidas específicamente al control de las malezas, que ayudan a reducir sus poblaciones.

El método de siembra predominante en la región es el de trasplante de las plántulas de chile, del semillero al campo definitivo, entre los 35 y los 40 días después de la siembra (DDS). Aunque el trasplante causa estrés a la plántula, ésta se recupera rápidamente y, por su tamaño, tiene una ventaja de competencia inicial a su favor.

Por lo general, los cultivos tienen un cierto período crítico en su desarrollo, durante el cual la interferencia de las malezas afecta el rendimiento final en mayor medida. Durante esta época crítica de interferencia, el cultivo debe permanecer libre de malezas para evitar una reducción significativa en su rendimiento. Desafortunadamente, la época crítica no ha sido estimada en la región centroamericana ni para el chile en siembra directa, ni en trasplante. Sin embargo, se sabe que las malezas que germinan tarde -durante el ciclo del chile- ya no afectarán tan drásticamente los rendimientos, pero sí pueden dificultar la cosecha y provocar pérdidas de fruto por una mayor incidencia de enfermedades.

Descripción botánica de las malezas más comunes en el cultivo de chile dulce

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

No hay diferencia marcada entre las especies que se encuentran en las distintas zonas dedicadas a este cultivo. A pesar de la presencia de algunas especies en áreas con diferencias climáticas entre sí, algunas son más abundantes y presentan mayor frecuencia en determinadas zonas agroecológicas de la región, en donde el chile se cultiva con mayor intensidad. Un listado de las especies más abundantes por zona, ayudará a hacer más específicos los planes de manejo, no sólo en los aspectos de control, sino también en lo relativo al pronóstico de competencia. En el aparte 3.2 se dan indicaciones para coleccionar una maleza y enviarla para su identificación. A continuación se presentan descripciones de las malezas más importantes.

Trópico húmedo intermedio

Zona situada entre 600 y 1500 msnm, con una precipitación de 1300 a 2500 mm anuales y temperatura promedio anual de 20 a 24°C.

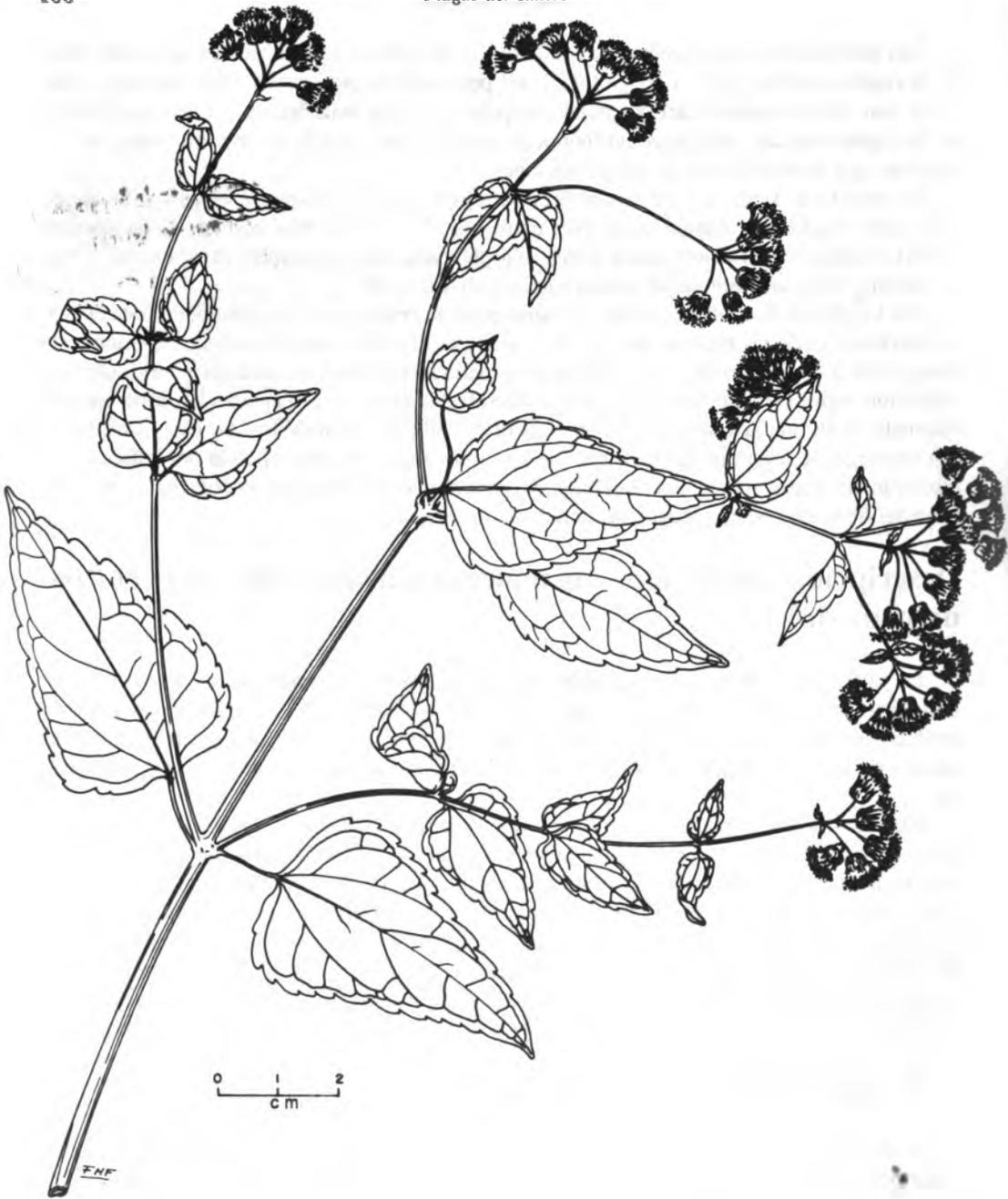


Figura 33. *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae). Santalucía, curarina.

Hierba anual, de 0.25 a 1.2m de altura; su tallo es cilíndrico y pubescente; inflorescencia formada por muchos capítulos azules o violáceos dispuestos en corimbos. Se propaga por semilla sexual.



Figura 34. *Emilia fosbergii* (L.) DC. (Asteraceae). Clavelillo.

Hierba anual, de 0.2 a 0.6 m de altura; de tallo erecto a ascendente; hojas alternas de bordes ondulados; inflorescencia terminal con flores rojas. Se propaga por semilla sexual.

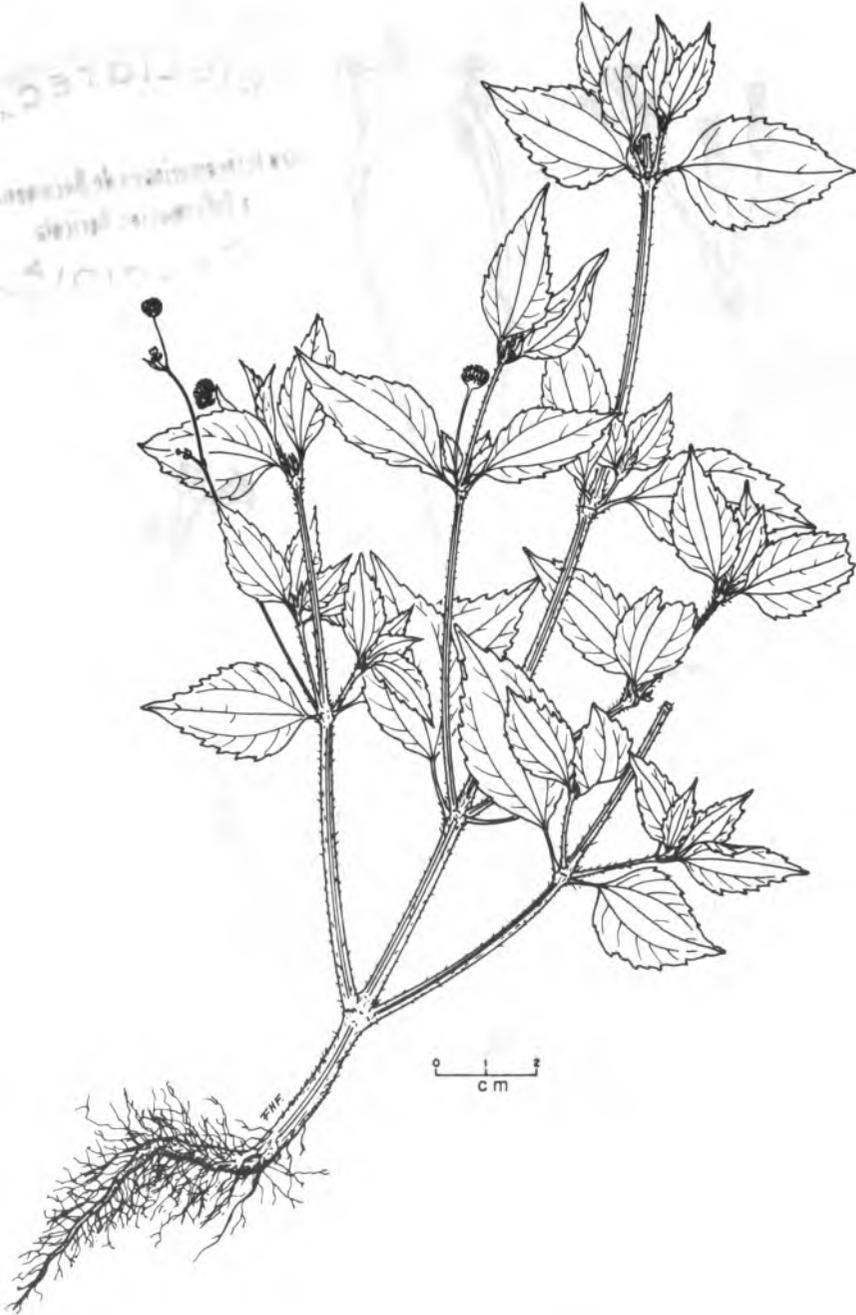


Figura 35. *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake (Asteraceae). Mielcilla, olla nueva.

Hierba anual de 0.3 a 0.6m de altura; tallos con pubescencia blanquecina; hojas simples, opuestas, membranáceas, bordes dentados. Se propaga por semilla sexual.



Figura 36. *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D.C. (Asteraceae). Flor amarilla.

Hierba anual, de 0.5 a 1 m de altura; tallo erecto y ramificado; hojas opuestas, con pecíolos alados; limbo variable, desde ovado hasta con la forma de diamante y cubierto con escasos pelos ásperos; flores de color amarillo-anaranjado. Se propaga por semilla sexual.

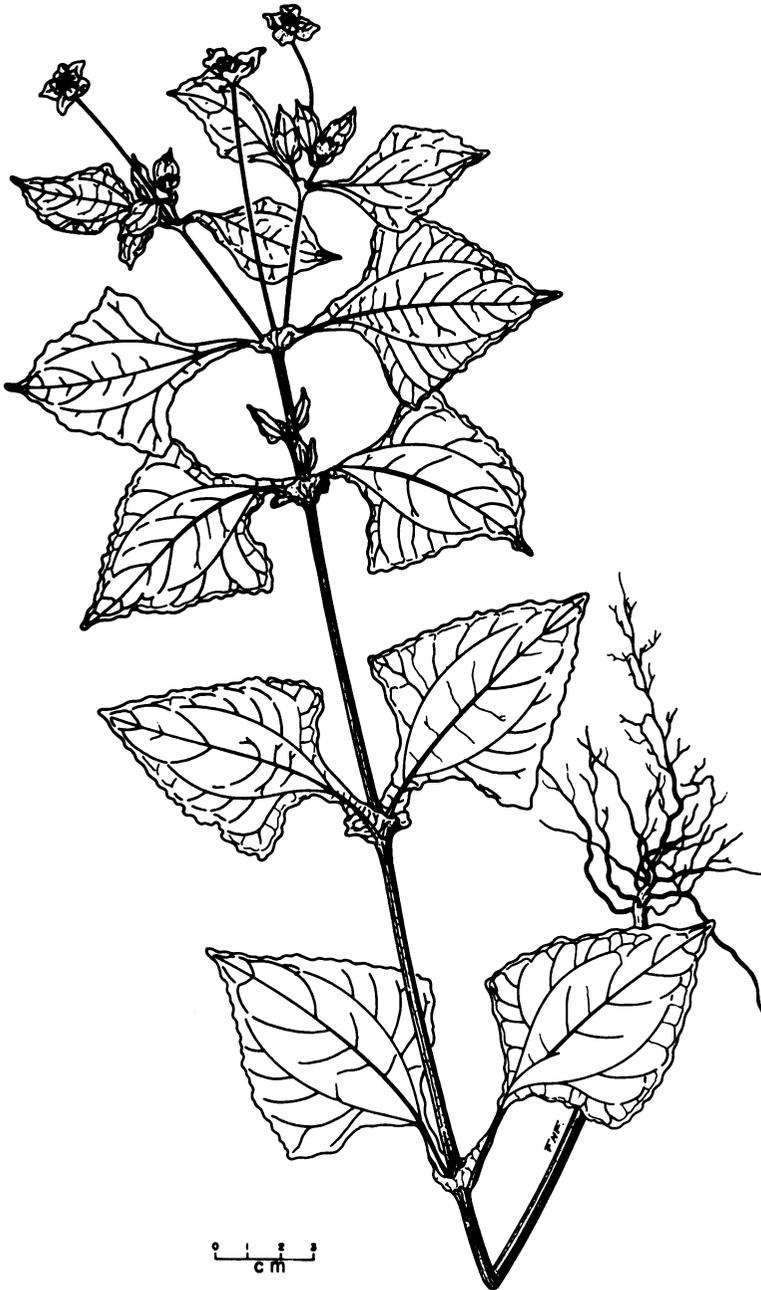


Figura 37. *Melampodium perfoliatum* (Cav.) H.B.K. (Asteraceae). Flor amarilla.

Hierba anual, de 0.2 hasta 1.5 m de altura; tallo erecto y ramificado; hojas opuestas, sin pecíolos, basalmente unidas y envolviendo el tallo; flores de color amarillo-anaranjado. Se propaga por semilla sexual. Hospedante de *Pseudomonas solanacearum*.



Figura 38. *Eleusine indica* L. (Poaceae). Pata de gallina.

Hierba anual, de 0.3 a 1 m de altura; planta postrada o erguida, con ramificaciones en la base del tallo. Se propaga por semilla sexual.

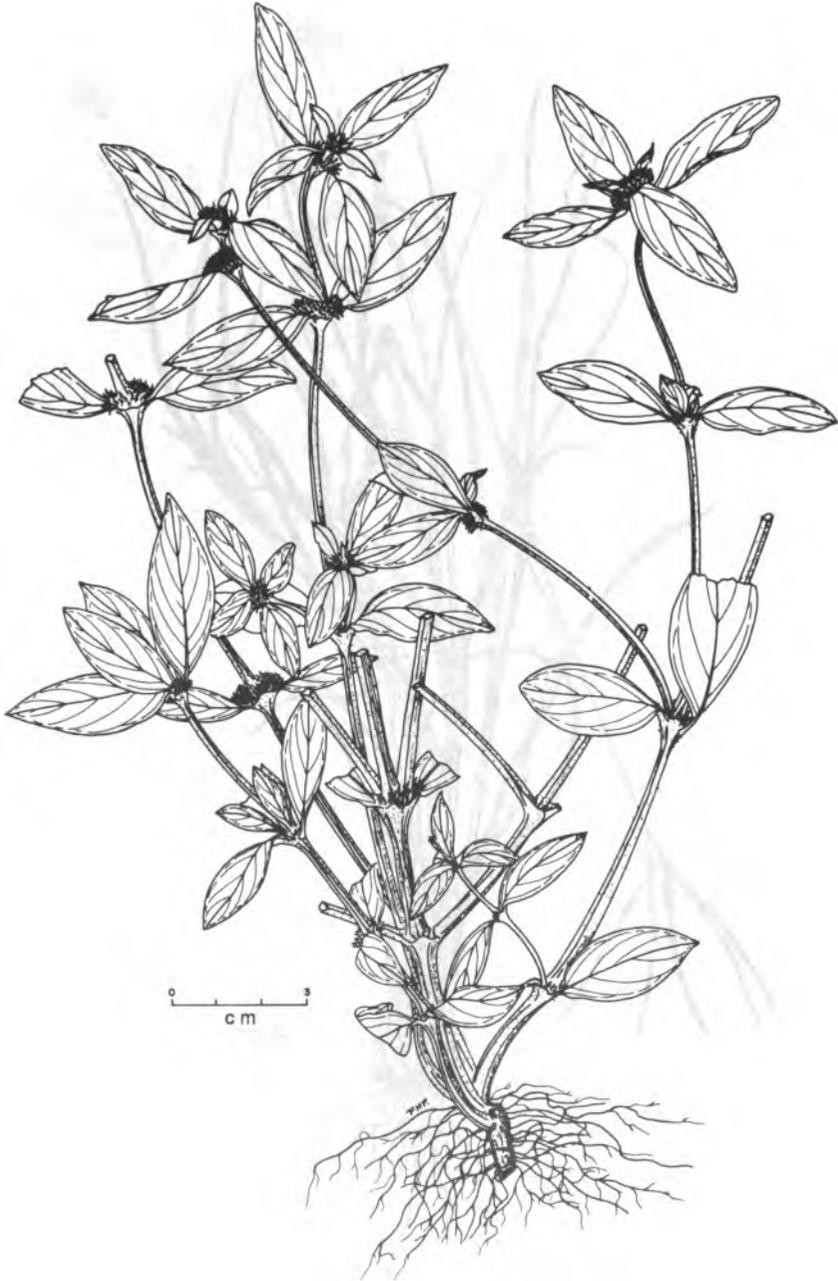


Figura 39. *Borreria laevis* (Lam.) Griseb., (Rubiaceae). Botoncillo.

Hierba anual, de 0.2 a 0.5 m de altura; tallo cuadrangular; hojas opuestas, de oblongas a ovado-lanceoladas; inflorescencia en glomérulos con flores blancas. Se propaga por semilla sexual.



Figura 40. *Solanum americanum* Mill. (Solanaceae). Yerbamora.

Hierba anual, erecta, ramificada, de 0.4 a 0.8 m de altura; tallo glabro, con aristas de espinas suaves; inflorescencia extrafoliar en pequeñas cimas con pedúnculos largos; el fruto es una baya globosa verde, que se torna de color negra brillante al madurar. Se propaga por semilla sexual. Hospedante alterno de *Anthonomus eugenii*.



Figura 41. *Verbena littoralis* H.B.K. (Verbenaceae). Verbena.

Hierba perenne, erecta, ramificada, de 0.4 a 0.9 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 bajo

Zona localizada entre 0-1000 msnm, con precipitación pluvial anual entre 1000 y 1800 mm y temperatura promedio anual de 23° a 27°C.



Figura 42. *Amaranthus spinosus* L. (Amaranthaceae). Bledo, huizquilite.

Planta anual o perenne, de vigoroso crecimiento y de porte erecto, ramificada, de 0.4 a 1.5 m de altura; su tallo es rojizo y espinoso. Se propaga por semilla sexual. Puede ser fuente de infestación (o cultivo trampa) de *Spodoptera* spp para el Chile.

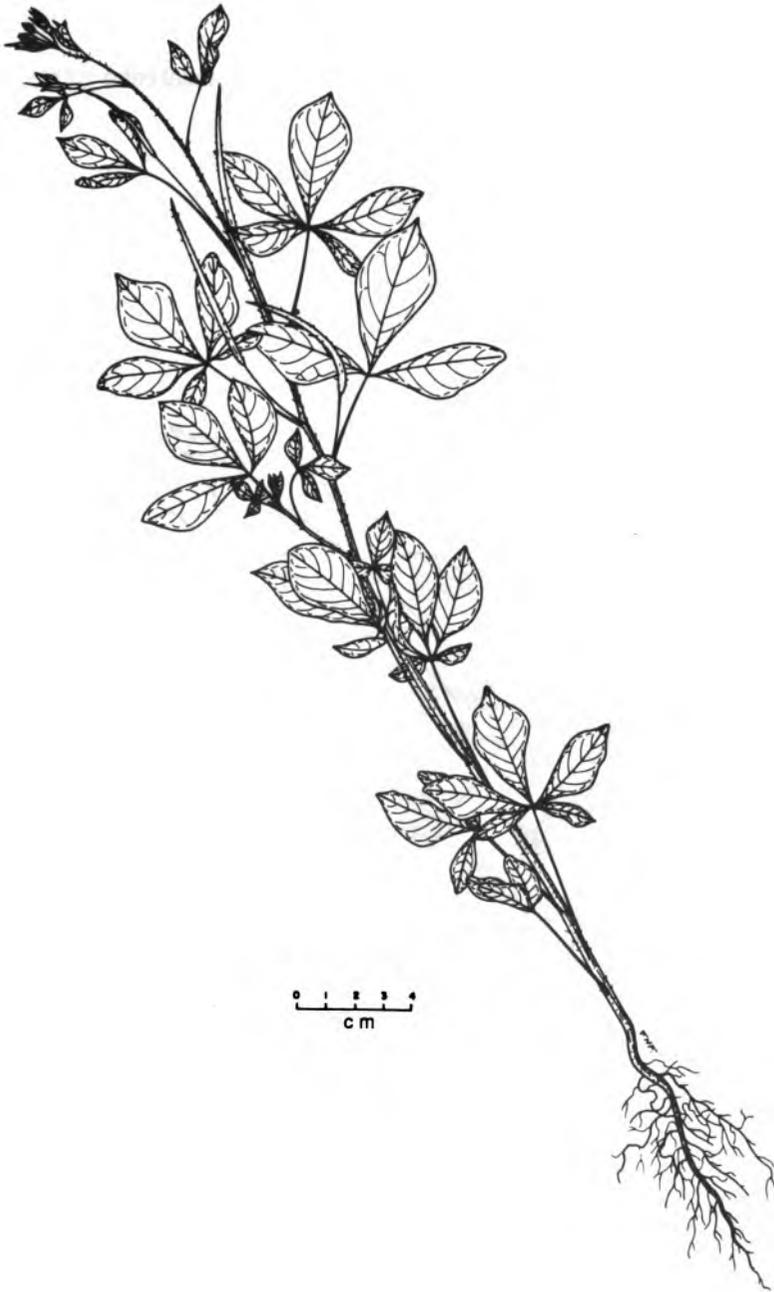


Figura 43. *Polanisia viscosa* Blume (Capparidaceae). Cachitos.

Planta anual, aromática, de tallo cilíndrico, con una altura de 0.3 a 1.2 m, tallo y hojas cubiertas de pelos glandulosos; la flor es amarilla; el fruto es una cápsula cilíndrica. Se propaga por semilla sexual.



Figura 44. *Baltimora recta* L. (Asteraceae). Mirasol.

Hierba anual, de tallo cuadrangular, erecto, delgado y ramificado de 0.5 a 1.5 m de alto; la cabeza floral compuesta por cerca de 10 florecillas amarillas. Se propaga por semilla sexual y desarrolla poblaciones muy densas.

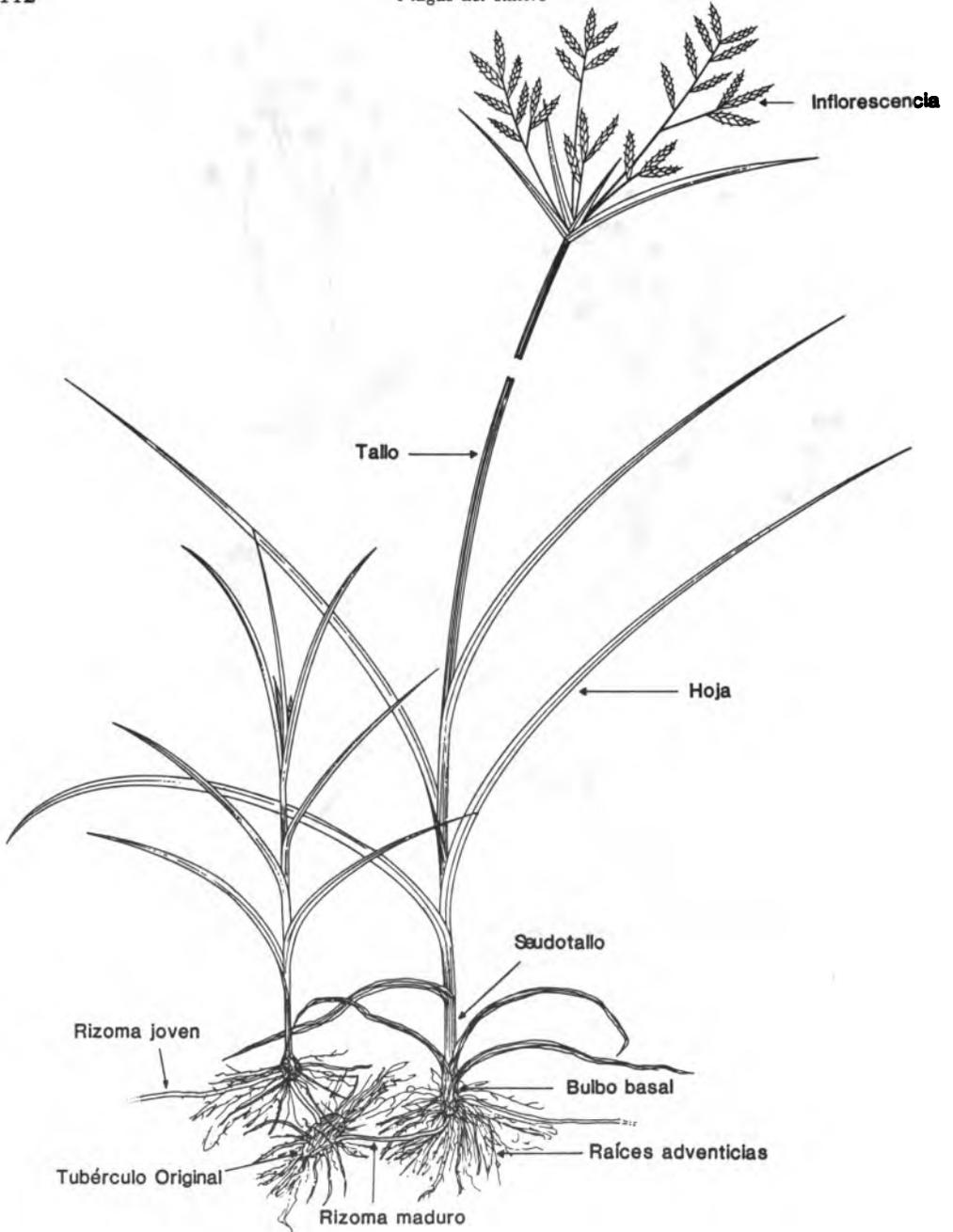


Figura 45. *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae). Coyolillo, pimientilla..

Hierba perenne, común en muchos suelos agrícolas tropicales, de 0.1 a 0.5 m de altura; inflorescencia rojiza. Se propaga principalmente por tubérculos y bulbos basales que forman cadenas muy densas y persistentes. Especie muy agresiva.

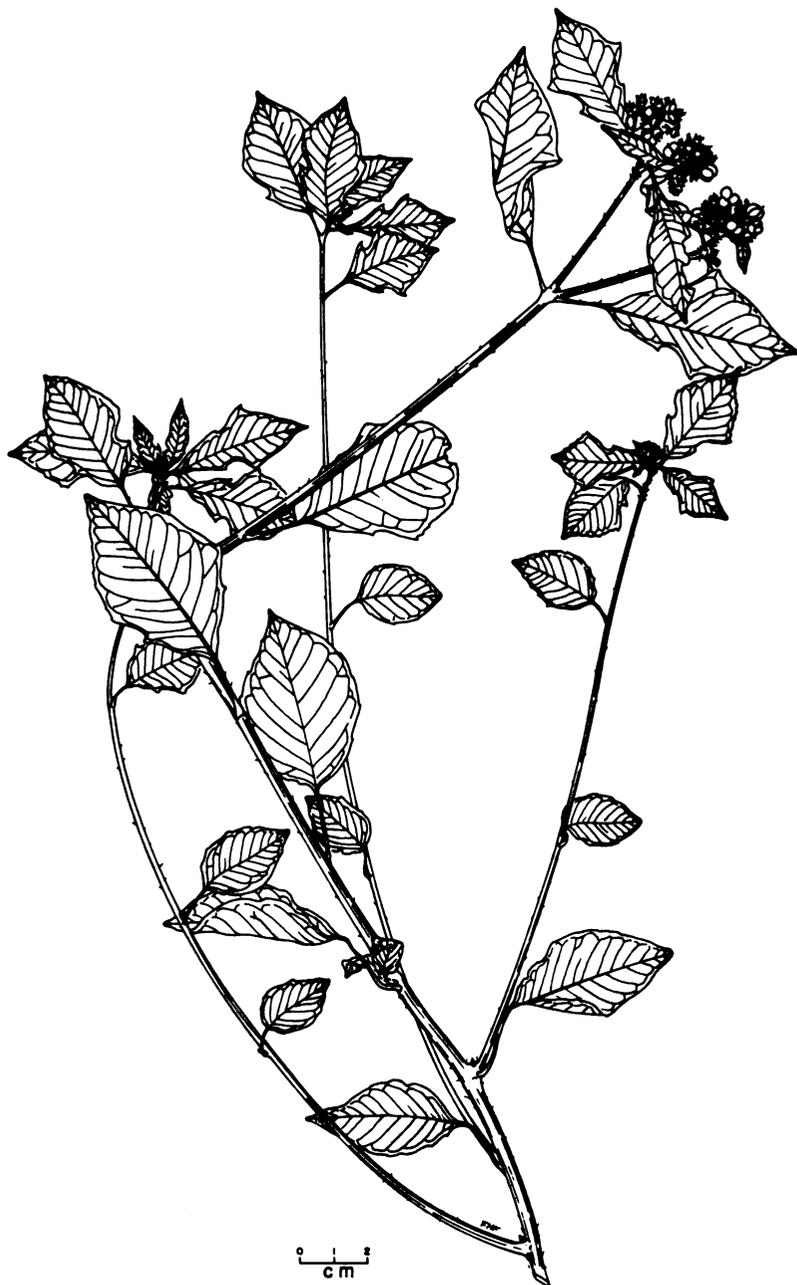


Figura 46. *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae). Pascuita, lechosa.

Hierba anual, de tallo cilíndrico y erecto con latex pegajoso, de 0.2-0.8 m de alto; hojas con forma de diamante; la inflorescencia es un grupo compacto terminal de color verde. Se propaga por semilla sexual.

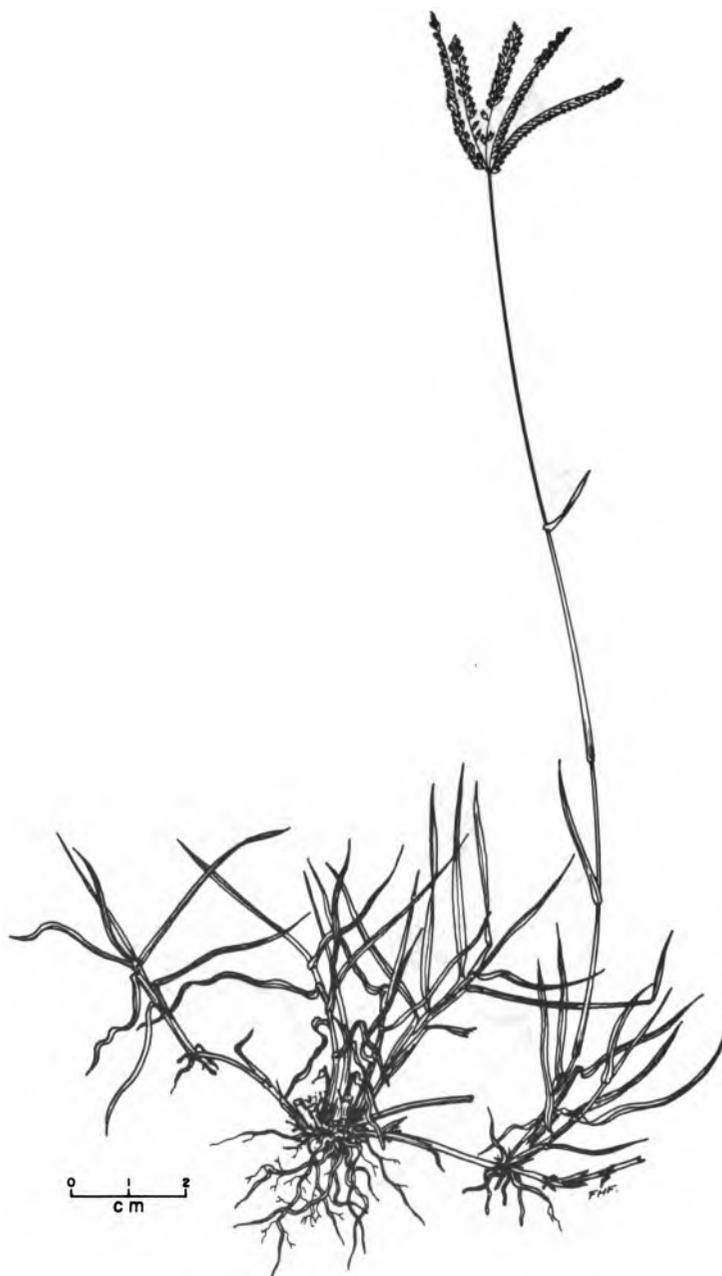


Figura 47. *Cynodon dactylon* L. (Poaceae). Bermuda, grama.

Hierba perenne, de tallos rastreros o erectos de 0.15 a 0.6 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.

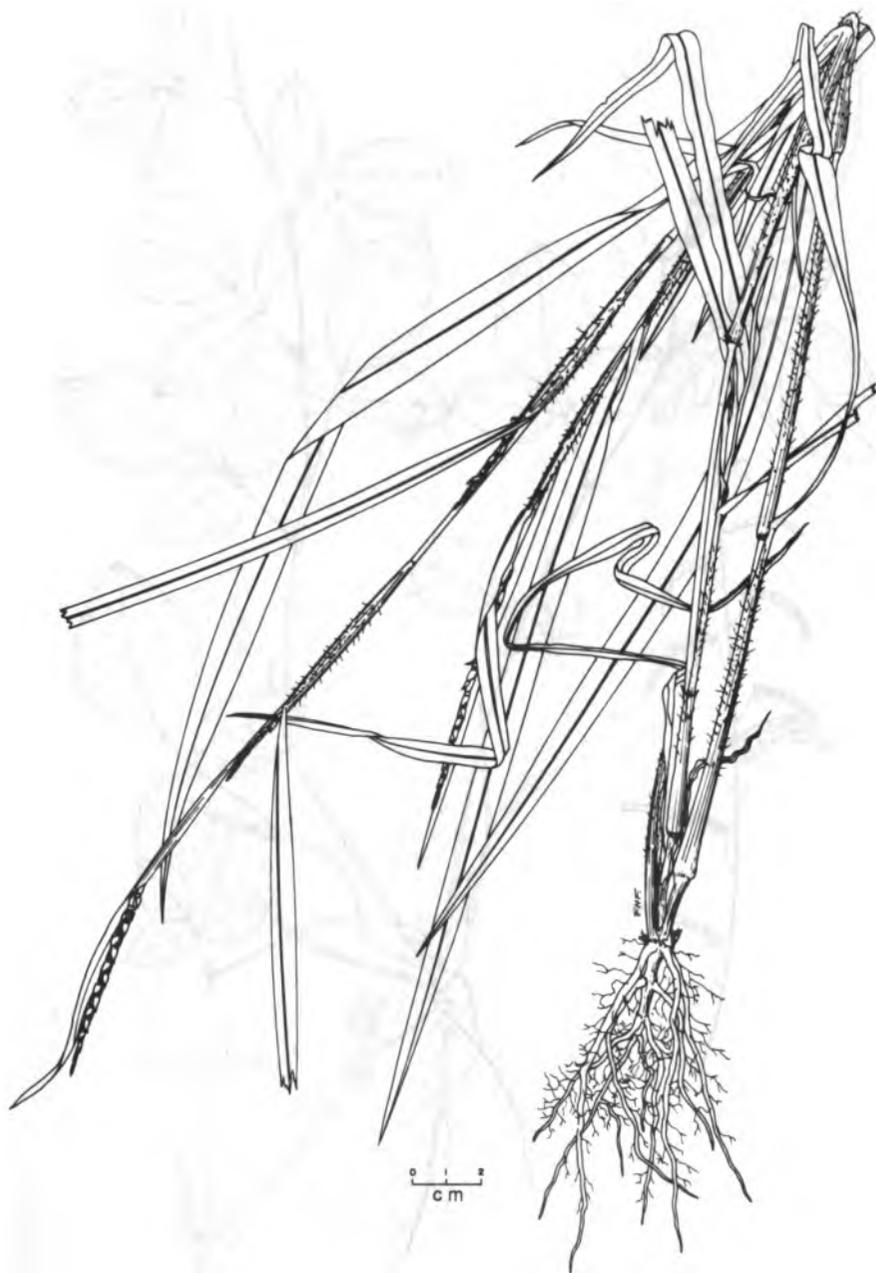


Figura 48. *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton (Poaceae). Caminadora.

Hierba anual, robusta, que forma densas macollas erectas, de 0.8 a 4 m de altura; su tallo es erecto, hueco, ramificado y ásperamente piloso; inflorescencia en espiga cilindroide. Se propaga por semilla sexual.

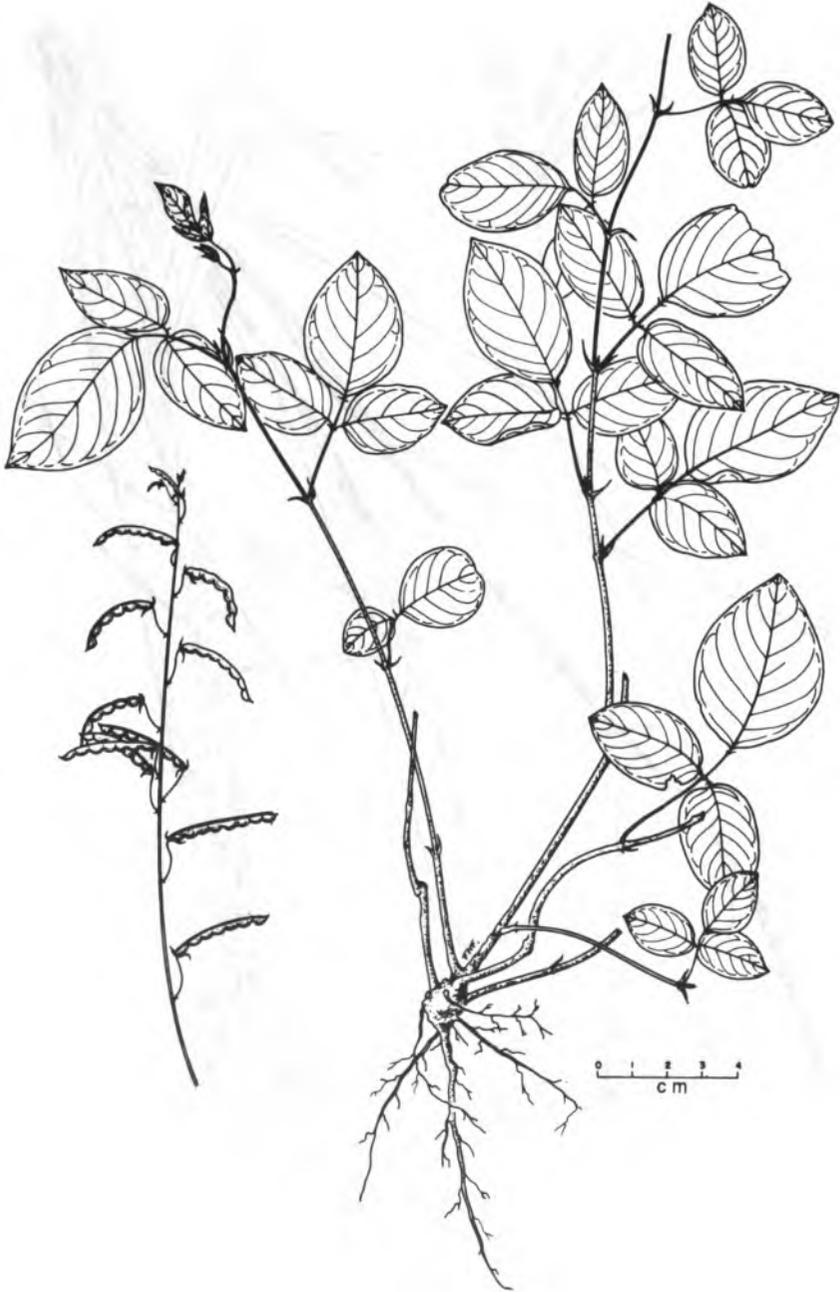


Figura 49. *Desmodium* sp. (Fabaceae). Pega-pega

Planta perenne, herbácea; su tallo delgado es generalmente ascendente a erecto y piloso, de 0.2 a 0.6 m de altura; hojas alternas, trifolioladas; el fruto es una legumbre sésil, pubescente. Se propaga por semilla sexual.



Figura 50. *Sida acuta* Burm. f., (Malvaceae). Escobilla.

Hierba o arbusto anual o perenne, de 0.3 a 1 m de altura; su tallo es erecto, leñoso, muy ramificado desde la base, con inflorescencia axilar, de color blanco a amarillo pálido o amarillo anaranjado. Se propaga por semilla sexual. Puede rebrotar cuando se chapea.

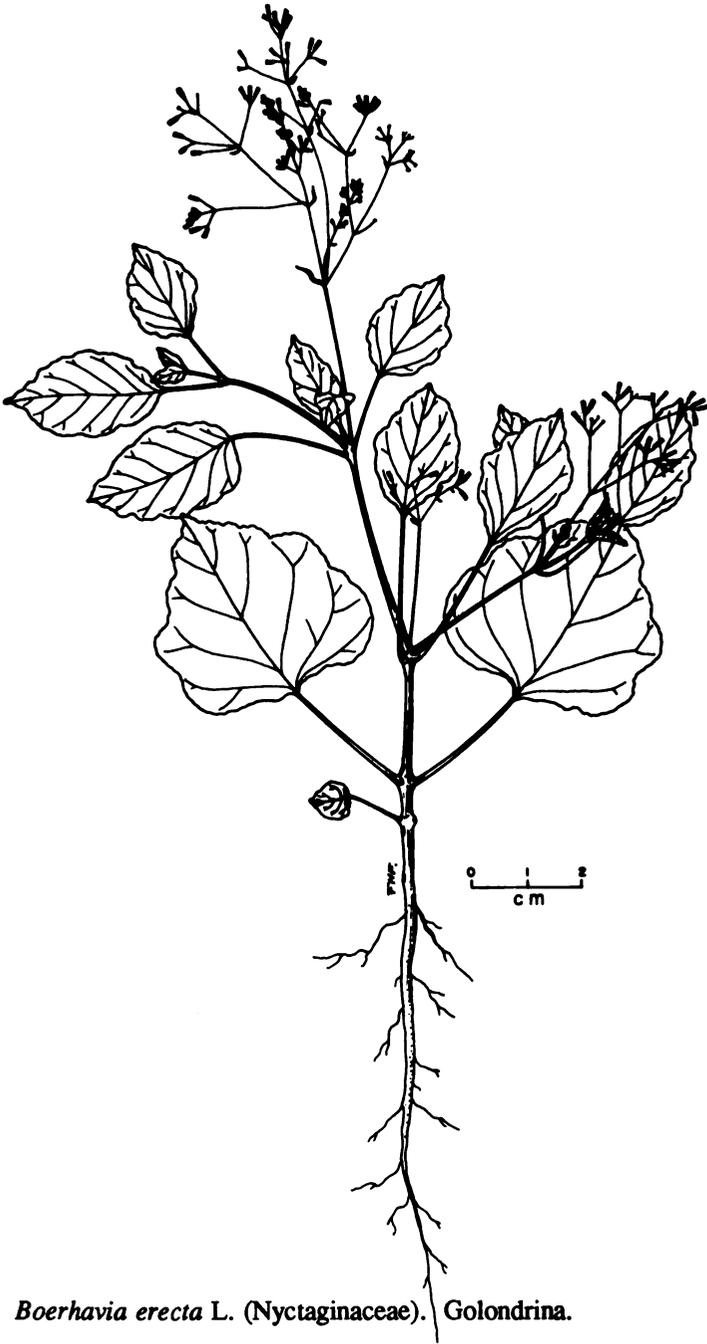


Figura 51. *Boerhavia erecta* L. (Nyctaginaceae). Golondrina.

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



Figura 52. *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae). Verdolaga.

Hierba anual o bienal, suculenta, glabra, postrada, de 0.1 a 0.5 m de alto; de tallo hueco, caroso, muy ramificado, de color rojizo; flores amarillas. Se propaga por semilla sexual y en forma vegetativa. Puede ser fuente de infestación (o cultivo trampa) de *Spodoptera* spp.



Figura 53. *Kallstroemia maxima* Wight et Arn. (Zygophyllaceae). Verdolaguita.

Hierba anual, postrada, con ramas delgadas de 1 m 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 chile dulce

En general, las malezas constituyen un problema en todas las áreas productoras de chile dulce y casi siempre se controlan mecánicamente.

Las malezas compiten con el chile dulce en casi todas las etapas de su crecimiento y, para el pequeño agricultor, su manejo se puede convertir en la actividad que requiere mayor intensidad de mano de obra en la producción, restándole mucho tiempo a otras actividades productivas. La deshierba o control mecánico se hace, generalmente, con machetes o azadones en número de 2 a 3 limpiezas como promedio, durante el ciclo del cultivo; su eficacia varía de acuerdo con las malezas presentes y con los factores agroclimáticos.

Algunos agricultores de la región utilizan sistemas de labranza reducida, en los que las malezas se controlan en el campo antes del trasplante, con herbicidas postemergentes no selectivos ni residuales, tales como el paraquat o glifosato. Lo anterior permite el trasplante en un suelo libre de malezas, dándole a la plántula una ventaja comparativa inicial en crecimiento y desarrollo. Esta práctica favorece al cultivo trasplantado y su aplicación se recomienda en el manejo de malezas del chile en la región centroamericana.

El control biológico de las malezas es poco conocido y la escasa especificidad de los organismos sobre ellas no garantiza -a corto plazo- el éxito de este sistema de control. En el caso de la importación de enemigos naturales, existe el riesgo de que éstos puedan provocar daños a las especies cultivadas y a las plantas nativas útiles. Sin embargo, el potencial del control biológico en las malezas es aceptado y ya se conocen algunos casos exitosos en otras latitudes. Existen organismos que dañan a las malezas, sin que lleguen a regular sus poblaciones a niveles de importancia económica. 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 cual se necesita investigar más en este campo, que puede tener potencial en el manejo de las malezas que afectan el chile.

Para obtener la máxima eficiencia económica en el control de las malezas, las medidas de control deben aplicarse únicamente cuando las malezas alcanzan una cierta densidad (umbral de acción), a partir de la cual el control está económicamente justificado. Así se evitará que las poblaciones alcancen una densidad más alta (umbral económico), en la cual las pérdidas en producción, por interferencia de las malezas con el cultivo, son económicamente significativas.

El monitoreo en las malezas es más sencillo que el de otras plagas, por ser aquéllas más visibles y de mayor estabilidad o permanencia y, además, de mayor intervalo generacional. El conocimiento sobre las especies de malezas y sus densidades es 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- servirán para ajustar las medidas de control por utilizar cada año, de acuerdo con el complejo de malezas presente. La evaluación y el monitoreo también ayudan a verificar el grado de dispersión de las especies más nocivas; la identificación y eliminación temprana en el campo de cultivo de especies invasoras, como el coyolillo y la caminadora, evitará que estas malezas se conviertan rápidamente en dominantes.

Para determinar la población potencial de malezas en un campo agrícola, el muestreo de las partes vegetativas de las malezas se puede complementar con el de sus semillas en el suelo. El pronóstico de poblaciones de malezas a partir de la información sobre el banco de

semillas del suelo es una metodología aún experimental, pero puede aportar información útil para conocer el potencial de infestación de las malezas en un campo agrícola.

El control cultural utiliza prácticas de manejo del cultivo y de su rastrojo, que ayudan a reducir la presión de las poblaciones de malezas durante el ciclo del cultivo de chile dulce. El primer elemento de control cultural es la adecuada selección del campo en donde se sembrará el cultivo; las características del suelo deben permitir un desarrollo y crecimiento vigoroso de las plantas de chile dulce, pues las condiciones físicas o químicas adversas limitarán el vigor del cultivo, lo cual afectará su competencia con las malezas.

Las malezas no serán un factor limitante, salvo en casos extremos, en la selección de un campo para producir chile dulce. Por ejemplo, aun en el caso de las altas infestaciones de coyolillo, es posible producir chile dulce si el agricultor sacrifica en algo sus rendimientos e implementa un plan de recuperación de sus campos infestados. Esto, desde luego, encarecerá los costos de producción del cultivo.

Una práctica útil para manejar las malezas en un cultivo bajo riego, consiste en regar el campo antes del trasplante, promoviendo así la germinación de una o más generaciones de malezas. Las malezas emergidas pueden eliminarse con el paso de una rastra superficial, de una chapiadora o, preferiblemente, usando herbicidas de postemergencia no residual. De esa forma, al momento del trasplante del chile dulce, las semillas en mejores condiciones para germinar ya lo habrán hecho y, consecuentemente, la infestación de malezas será menor durante el ciclo del cultivo. Esta práctica es más eficaz en un campo preparado antes del riego, y las malezas que germinen se eliminan con un herbicida total no residual.

La rotación de cultivos es una táctica de manejo cultural utilizada en la mayoría de los sistemas agrícolas, vigente aún en el manejo de las malezas. Una gran parte del chile dulce que se siembra en la región es de época seca, trasplantado después de la cosecha de granos básicos, que han sido cultivados durante la estación lluviosa. Debido a su lento crecimiento inicial, el chile dulce no compete bien con las malezas; por tanto, al trasplantarlo a un campo sin malezas se le da al cultivo una ventaja comparativa inicial. También es aconsejable rotar el chile dulce con otros cultivos de ciclo y hábitos de vida diferentes, que ayuden a romper el ciclo de las malezas. La rotación de cultivos puede facilitar también el desarrollo de otras labores de control de las malezas, tales como chapias para evitar la producción de semillas, el manejo de la labranza o el uso de una gama mayor de herbicidas; se puede, por ejemplo, utilizar 2,4-D o EPTC más el antídoto para el control de coyolillo en maíz en rotación con chile dulce.

El chile dulce, 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 a mantener limpio el cultivo durante buena parte de su ciclo. La mayoría de los agricultores manejan las malezas en el cultivo de chile dulce con un aporque a los 10-15 días después del trasplante (ddt), seguido de una limpieza mecánica a los 25-30 ddt, o con dos aporques a los 15-20 y a los 35-40 ddt y, sólo si es necesario, una chapia al inicio de la cosecha. En áreas en donde las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de enfermedades del follaje y del fruto del chile dulce, el crecimiento tardío de las malezas -al momento de la formación de los frutos y durante su maduración- puede aumentar las pérdidas en producción, puesto que se crea un microclima que facilita el desarrollo de los patógenos.

El excesivo celo por mantener un cultivo libre de malezas todo el ciclo, principalmente en terrenos 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 que peligre la estabilidad del suelo. Por ejemplo, debe evitarse dejar el suelo desnudo, expuesto a la erosión.

En áreas con problemas de patógenos del suelo, el exceso de labores mecánicas, realizadas sin el debido cuidado, puede lastimar el sistema radicular o la base del tallo, produciendo heridas que son utilizadas por los patógenos como vía de entrada a la planta. En estas condiciones, los instrumentos de labranza (azadones, machetes y otros) pueden ser agentes de diseminación de inóculo de los patógenos.

La escasez de mano de obra en muchas áreas de la región, hace peligrar el adecuado control de las malezas en el cultivo del chile dulce. 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 chile dulce tolera ciertos niveles de competencia y de reducción en su área foliar, sin que ello disminuya 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, en el momento de realizar el control, ya se haya afectado el potencial de rendimiento del cultivo.

El uso de coberturas vivas es una alternativa que se adapta 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 de 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 chile dulce en la región, por lo que estas tecnologías deberían generarse a nivel local.

Las coberturas muertas constituyen otra opción que, dependiendo de los costos, pueden ser un componente del manejo integrado de las malezas. Un tipo de cobertura muerta es el plástico negro que, 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 es la paja de cultivos, como maíz o arroz, u otros restos vegetales como la cascarilla del arroz; tales materiales, si están disponibles en la zona, tienen un costo muy bajo.

En áreas de ladera ambos tipos de coberturas pueden ser de especial utilidad en la protección del suelo contra la erosión.

El control químico constituye una herramienta muy útil para el manejo de las malezas en el cultivo del chile dulce, aunque su uso es muy limitado en la región. Los agricultores utilizan el control químico para sustituir labores de preparación del suelo; tal es el caso del paraquat, como ayuda en la limpieza del campo antes del trasplante, o las aplicaciones dirigidas de paraquat o glifosato durante el ciclo del cultivo, para controlar principalmente malezas que causan muchos problemas. Además, existen en los mercados de la región otros herbicidas selectivos para el cultivo del chile dulce, de acción residual en el suelo o postemergentes. El hecho de que se mencionen algunos herbicidas no significa que éstos estén registrados en todos o en algunos de los países de América Central. Los investigadores, extensionistas y el personal de sanidad vegetal, proveerán información actualizada sobre el registro de los productos en cada país.

Crterios para la seleccin de herbicidas

Los herbicidas se seleccionan de acuerdo con el sistema de produccin del agricultor. Por ejemplo, si en éste se incluye el aporque, el movimiento de tierra podra afectar el uso de

herbicidas residuales. Sería conveniente evaluar algunos herbicidas residuales que puedan ser aplicados después del último aporque. Además, con el aporque se hace una labor de control de malezas, por lo cual el empleo de los herbicidas sería innecesario durante el primer mes después del trasplante, de acuerdo con lo indicado en el capítulo precedente.

Otro parámetro decisivo para la selección de los herbicidas es la selectividad al cultivo y la eficacia sobre la población de las malezas.

Herbicidas usados en el cultivo del chile dulce

Es muy bajo el porcentaje de agricultores de la región que utiliza herbicidas para el control de malezas; además, su empleo se complementa con control mecánico. Los programas de control más comunes en orden de importancia son:

- 1) Manual-mecánico, únicamente.
- 2) Herbicidas no residuales (glifosato o paraquat), aplicados en pretrasplante o postrasplante dirigido, complementado con labores manuales.
- 3) Herbicidas residuales, selectivos, aplicados en pretrasplante.
- 4) Herbicidas residuales, dirigidos, aplicados en postrasplante.
- 5) Herbicidas graminicidas, selectivos, aplicados en postemergencia de las malezas. Estos productos son empleados por un pequeño grupo de agricultores.

El uso de herbicidas se encuentra, en general, asociado con situaciones de malezas problemáticas, tales como el coyolillo y la caminadora, que se controlan con glifosato o paraquat dirigidos, o con graminicidas selectivos, como fluazifop y fenoxaprop (Cuadro 12).

El paraquat y el glifosato son herbicidas utilizados en postemergencia de las malezas y se pueden aplicar para matar las malezas antes del trasplante del chile dulce, o en postemergencia dirigida, entre los surcos del cultivo. Ambos herbicidas deben utilizarse después de que gran parte de las malezas emerjan en el campo, a fin de aprovechar al máximo su actividad postemergente, ya que ellos no tienen acción residual. El paraquat es un herbicida de contacto, que prácticamente no se transporta por los tejidos de la planta, por lo que sólo controla la parte aérea de las malezas perennes; por esto, el producto es más eficaz contra malezas anuales. El glifosato es un herbicida sistémico, de excelente actividad en malezas perennes en activo crecimiento, tales como coyolillo (*Cyperus rotundus*), zacate Johnson (*Sorghum halepense*), zacate bermuda (*Cynodon dactylon*). El glifosato se puede utilizar en postemergencia dirigida, entre los surcos de chile dulce, o en pretrasplante. Si bien el glifosato se clasifica entre los herbicidas no residuales, se recomienda esperar un mínimo de cinco días entre la aplicación de glifosato y el trasplante de chile dulce.

El paraquat y el glifosato son muy útiles en los sistemas de labranza reducida; en estos sistemas la no remoción del suelo -además de la capa de material vegetal muerta, remanente después de la aplicación de cualquiera de estos productos- ayuda a la conservación del suelo, del agua y de la materia orgánica.

Los herbicidas selectivos para el cultivo de chile dulce y de aplicación en pretrasplante son poco utilizados en la región centroamericana, debido al sistema de producción predominante. En este grupo de herbicidas se encuentran la napropamida y la trifluralina que son dos compuestos graminicidas de aplicación al suelo. Otro herbicida es la prometrina es un herbicida que controla malezas dicotiledóneas, principalmente en preemergencia; además, por

CUADRO 12. Tratamientos y herbicidas para el manejo de malezas en el cultivo del Chile*

Nombre Genérico	Nombre comercial	Dosis kg i.a./ha	Observaciones
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 (varias formulaciones locales)	0.4-0.6	Control de malezas de hoja ancha y gramíneas anuales.
Pretrasplante o presiembra selectivos			
Napropamida	Devrinol	0.5-3.0	Control de gramíneas anuales, principalmente. Incorporar a 2-4 cm en el suelo, antes del trasplante.
Trifluralina	Treflan	1.0-1.5	Control de gramíneas anuales, principalmente. Incorporar superficialmente en suelo seco antes del trasplante.
Pebulate	Tillan	2.0-4.0	Control de Cyperus -rotundus y gramíneas anuales. Incorporar antes del trasplante.
Postrasplante dirigido			
Difenamida	Enide	2.0-6.0	Control de gramíneas anuales, principalmente. Aplicar después del trasplante o en siembra directa.
Paraquat**	Gramoxone	0.2-0.4	Control de especies anuales en crecimiento activo.
Postrasplante gramínicidas selectivos			
Fenoxaprop-etil	Furore	0.12-0.80	Control de gramíneas anuales y perennes.
Fluazifop-butil	Fusilade	0.12-0.19	Control de gramíneas anuales y perennes.

* Generalmente usados por los agricultores dentro y fuera del área centroamericana

** Restringido

ejercer cierta actividad postemergente en malezas jóvenes y por poseer cierto grado de selectividad para el chile dulce, la prometrina puede aplicarse en forma dirigida, después del trasplante.

Recientemente, el control de malezas ha resultado 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 fluazifop-butil y del fenoxaprop-etil, que ya son utilizados por algunos horticultores de la región.

En el cuadro 12 se presenta un listado de los herbicidas utilizados o de uso potencial en el cultivo. En el cuadro 13 se incluye información complementaria acerca de la eficacia de varios herbicidas sobre algunas especies de malezas comunes en el cultivo del chile dulce. Muchos de estos productos, si bien ya han sido registrados en algunos países, no se han evaluado en las condiciones de la región; se enlistan aquí como referencia para posibles pruebas en el cultivo de chile dulce.

Cuadro 13. Reacción (*) de resistencia o susceptibilidad de varias malezas a algunos herbicidas utilizados en el cultivo del Chile.

Malezas	Herbicidas							
	Dif	Fen	Flua	Glif	Napr	Paraq	Peb	Trif
<i>Ageratum conyzoides</i>	R	R	R	S	M	S	-	S
<i>Amaranthus spinosus</i>	-	R	R	S	S	S	-	S
<i>Baltimora recta</i>	-	R	R	S	-	S	-	-
<i>Bidens pilosa</i>	S	R	R	S	M	S	-	M
<i>Blechum pyramidatum</i>	-	R	R	S	-	S	-	-
<i>Boerharia erecta</i>	-	R	R	S	-	S	-	M
<i>Borreria laevis</i>	-	R	R	M	-	M	-	-
<i>Commelina diffusa</i>	R	R	R	S	M	M	-	R
<i>Cynodon dactylon</i>	R	S	S	S	R	M	M	R
<i>Cyperus rotundus</i>	R	R	R	S	R	M	S	R
<i>Desmodium sp.</i>	M	R	R	S	S	M	R	R
<i>Digitaria sanguinalis</i>	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Drymaria cordata</i>	-	R	R	S	-	S	-	-
<i>Eclipta alba</i>	-	R	R	S	-	M	-	-
<i>Eleusine indica</i>	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Emilia fosbergii</i>	R	R	R	S	M	S	-	R
<i>Euphorbia heterophylla</i>	R	-	R	S	R	M	-	R
<i>Galinsoga ciliata</i>	S	R	R	S	M	S	-	R
<i>Kallstroemia maxima</i>	-	R	R	S	-	-	M	R
<i>Melampodium divaricatum</i>	-	R	R	S	-	S	-	-
<i>Melampodium perfoliatum</i>	-	R	R	S	-	S	-	-
<i>Mimosa pudica</i>	-	R	R	M	-	-	-	-
<i>Phyllanthus niruri</i>	S	R	R	S	S	S	-	M
<i>Polanisia viscosa</i>	-	R	R	S	-	-	-	-
<i>Portulaca oleracea</i>	S	R	R	S	S	-	M	S
<i>Richardia scabra</i>	S	R	R	S	M	-	-	M
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	-	S	S	S	-	S	R	S
<i>Sida acuta</i>	R	R	R	M	M	-	-	R
<i>Solanum americanum</i>	R	R	R	M	R	-	-	R
<i>Verbena litoralis</i>	-	R	R	S	-	S	-	-

Simbología:

Dif = Difenamida

Fen = Fenoxaprop-etil

Flua = Fluazifob-butil

Glif = Glifosato

Napr = Napropamida

Paraq = Paraquat(#)

Peb = Pebulate

Trif = Trifluralina

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

(#) Restringido

Casos especiales con las malezas en chile dulce

Melampodium perfoliatum y *Emilia fosbergii*

Estas 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 en la región. *Melampodium perfoliatum* (Figura 37) y *Emilia fosbergii* (Figura 34) son hospedantes de la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, que es uno de los patógenos causantes de la marchitez del chile dulce. 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, aumentando su potencial de inóculo para el cultivo de chile dulce. 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 chile dulce es un factor limitante de la producción, el control de estas dos especies de malezas debe ser lo más estricto posible.

Cyperus rotundus

El coyolillo o pimientillo (*Cyperus rotundus*) (Figura 45) se conoce como una de las peores malezas del mundo. El intenso laboreo en áreas hortícolas, el uso intensivo de herbicidas y el descuido de las prácticas de prevención y sanidad, han favorecido 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 del istmo. Las elevadas poblaciones de coyolillo (hasta 2000 plantas/m²), unidas al alto costo de las medidas para su control, ha llevado a situaciones extremas, tales como la sustitución del cultivo por pastos u otros cultivos menos rentables y a restricciones en los préstamos por parte de las instituciones de crédito agrícola.

En áreas con altas infestaciones de coyolillo se deben trazar planes de manejo a mediano y largo plazos, que no solamente incluyan el control de la maleza durante el ciclo del chile dulce, sino también durante el ciclo del cultivo en rotación.

Los principios básicos de manejo de malezas que se aplican al manejo del coyolillo son:

- a. Sembrar cultivos competitivos de rotación y de crecimiento rápido, que den sombra a la maleza, u otros en los que sea más fácil manejar al coyolillo.
- b. Manejar al cultivo y a la maleza para evitar la formación de tubérculos por las plantas de coyolillo. Por ejemplo: cobertura rápida del cultivo y control temprano de la maleza.
- c. Manejar el suelo de tal forma que se agote la reserva de tubérculos de la maleza y así se disminuya el potencial de infestación en el campo.

En campos planos, 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 chile dulce como en el ciclo del cultivo rotacional. En áreas secas y cálidas, es posible reducir en forma notable las poblaciones de tubérculos viables de coyolillo a través de un programa de labranza antes del

trasplante del chile dulce. El paso de una rastra superficial (10 cm), a frecuencias de cada 5 a 7 días, permite transportar 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 chile dulce. Estimulada la germinación, las plántulas de coyolillo se desarrollan en un momento en que no compiten con el cultivo y cuando es posible controlarlas mecánicamente o con herbicidas no selectivos. A los 12 o 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 la dosis normal, y por lo menos 8 días si se utiliza la dosis más alta recomendada para el control del coyolillo, antes de trasplantar chile dulce. El 2,4-D aplicado un mes antes del trasplante del chile dulce, o utilizado en una o más aplicaciones durante el ciclo del maíz, en rotación con el chile dulce, es otro producto que ha dado buenos resultados en la región.

En el caso de usar herbicidas no selectivos antes del trasplante del chile, se recomienda que el suelo esté completamente preparado para no tener que removerlo de nuevo, lo cual favorecería la rápida y abundante germinación de nuevas plantas de la maleza.

5. BIBLIOGRAFIA SELECTA

Manejo Integrado de Plagas

- ANDREWS, K.L. 1989. Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas. In. 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 DER. 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. 759-785.
- 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.
- KEYSERLINK, N. VON. 1984. Reports of working groups on the practical field exercise in assessing the pest problems and needs for IPM implementation in cabbage, capsicum, peanut, and peper mulberry. In Sub-Regional Training Course on Methods of Controlling Diseases, Insects and Other Pests Plants in the South Pacific (1982, Vaini, Kingdom of Tonga). Proceedings. Tonga, GTZ/USAID/CICP-MAFF. p. 430-439.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, C. R., CATIE. Depto. Producción Vegetal. 175 p.
- LITSINGER, J.A. 1982. Practical field exercise in assessing the pest problems and needs for IPM. Implementation in cabbage, capsicum, peanut, and paper mulberry. In Sub-Regional Training Course on Methods of Controlling Diseases, Insects and others Pests of Plants in the South Pacific (1982, Tonga). (Proceedings) Tonga, Government Experimental Farm. p. 429.

- 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.
- OCHOA, R.; VON LINDEMAN, G. 1988. Importancia de los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y chile (*Capsicum annum*) en Panamá. Manejo Integrado de Plagas (CR) no. 7:27-36.
- 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 6:54-56.

Manejo del cultivo

- ACLAND, J.D. 1963. An investigation on some factors controlling the yield of sweet peppers. Thesis M.S. St. Augustine, Trinidad. University of the West Indies. s.p.
- ADAMS, A.J. 1977. Sweet pepper varieties evaluated. Louisiana Agriculture 21(1):11, 13.
- ALERS-ALERS, S. y ORENGOSANTIAGO, E. 1977. Lack of response of sweet peppers to P levels, P placement and timing of N application in southern Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 61(3):389-391.
- AROSEMENA JAEN, J. 1968. Prueba de densidades de siembra en el pimiento variedad "California Wonder". Tesis Lic. Ing. Agr. Panamá, Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía. 50 p.
- BLANCO VEGA, E. y CANESSA M., W. 1978. Respuesta del chile dulce (*Capsicum annum* var. California Mild) a la aplicación foliar de elementos menores. In Congreso Agronómico Nacional, (3, 1978, San José, C.R.). Resúmenes. San José, C.R., Colegio de Ingenieros Agrónomos. v. 1, p. 111.
- BLANCO VEGA, E. 1978. Respuesta del chile dulce (*Capsicum spp.*) a la aplicación foliar de elementos nutricionales. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 43 p.
- BOZA P., R. 1977. Cultivo del chile o ají (*Capsicum annum*). Juventud Rural (Nic.) 4(13):24-25.
- CARDOZA, H. et al. 1981. Estudio de portadores nitrogenados en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*) variedad California Wonder. In Seminario Científico (3, 1981, La Habana, Cuba). Programa y resúmenes. La Habana, Cuba, Instituto de Ciencias Agrícolas. p. 59.
- CARRO ABAD, X. 1979. Adaptación de ocho cultivares de chile (*Capsicum sp.*) para colorante en la zona de San Luis de Zarcero en la época lluviosa, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 30 p.
- CASSERES, E.H.; THOMAS, N.F. 1952. Milfruto - nueva variedad de chile dulce. Turrialba (C.R.) 2(3):113-115.
- CASTAÑEDA M., H.R. 1968. El cultivo de chile pimiento. Floresta (Gua.) 4(38):10.
- CHAN CASTAÑEDA, J.L. 1973. Determinación del tamaño y la forma óptimas de la parcela experimental en chile mirasol. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. Tropical Region 17:271-276.

- COOK, A.A. 1984. "USAJI 5" cayenne pepper. *HortScience* (EE.UU.) 19(2):310.
- COOK, A.A. 1984. "Florida VR4" bell pepper. *HortScience* (EE.UU.) 19(3,1):456.
- COOK, A.A. 1984. Florida XVR 3-25' bell pepper. *HortScience* (EE.UU.) 19(5):735.
- COOK, A.A.; STALL, R.E. 1984. "Florida VR4" bell pepper. *HortScience* (EE.UU.) 19(3):456.
- CORDON E.; CAJAS M., C.A. 1986. Tecnología empleada por los productores de ce bolla, pepino, pepinillo, okra, chile pimiento, tomate y melón en el Departamento de Zacapa, Guatemala, 1985. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (4, 1984, Guatemala). *Memorias. Guatemala, MIP-CATIE-ROCAP.* p. 379-390.
- COSTA RICA. ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA FABIO BAUDRIT M. 1978. Chile dulce, variedad California Mild. In Informe Anual de Labores 1977. Alajuela, C.R., UCR. p. 124-125.
- CRUZ, J.; ABAS, D. 1973. El cultivo del chile dulce económicamente factible. *Agricultura en El Salvador* 13(1):38-39.
- DE LEON, G. 1979. Desarrollo de nuevas variedades de pimiento (*Capsicum annum*). *Carta Informativa Agrícola (Pan.)* no. 2. 6 p.
- DE LEON, G.; GORDON, R. 1985. Cholo, nueva variedad nacional de pimentón. Panamá, IDIAP. 4 p.
- DEPESTRE, T., GOMEZ, O. y HERNANDEZ, J. 1981. Correlaciones fenotípicas en el pimiento (*Capsicum annum* L.). In Seminario Científico, (3, 1981, La Habana, Cuba). Programa y resúmenes. La Habana, Cuba, Instituto de Ciencias Agrícolas. p. 177.
- FORDE, St. C.M. 1973. The influence of plant density on sweet pepper (*Capsicum annum*) yields in St. Kitts. In Caribbean Food Crops Society. Annual Meeting (11, 1973, Cave Hill, Barbados). *Proceedings. St. Michael, Barbados.* p. 456-459.
- FREE, J.B. 1975. Pollination of *Capsicum frutescens* L., *Capsicum annum* L. and *Solanum melongena* L. (Solanaceae) in Jamaica. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 52(4):353:357.
- GABRIEL, F. 1969. An experiment into the structure and organization of market garden production; sweet peppers-egg plant experiment in Martinique. In Caribbean Food Crops Society. Annual Meeting (6, 1969, St. Augustine, Trinidad). *Proceedings. St. Augustine.* p. 123-129.
- GATTONI, L.A. 1962. El cultivo del chile. *Agricultura en El Salvador* 3(1):8-18.
- GORDON, H. 1947. El cultivo del pimentón. *Revista de Agricultura, Comercio e Industrias (Pan.)* 6(72):29-30.
- GOYAL, M.R. 1983. Labor input requirements for experimental production of summer peppers under drip irrigation. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 67(1):22-27.
- GOYAL, M.R., et al. 1984. Effects of plastic mulch types on crop performance of drip irrigated winter and summer peppers. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 68(3):297-305.
- HEISER JUNIOR, C.B. 1964. Los chiles y ajíes (*Capsicum*) de Costa Rica y Ecuador. *Ciencia y Naturaleza (Ecuador)* 7(2):50-57.
- HERNANDEZ L., J. 1978. Evaluación del chile dulce con N, P en el Tejar del Guarco, Cartago (Costa Rica). In Costa Rica. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual de Labores 1977. Alajuela, CR, UCR. p. 48-49.

- HERNANDEZ L., J. 1978. Fertilización del chile dulce con elementos menores en el Tejar del Guarco (Costa Rica). In Costa Rica. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual de Labores 1977. Alajuela, C.R., UCR. p. 49-50.
- HURTADO, L.G. 1978. Algunos aspectos de interés en el cultivo del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en la Escuela Agrícola Panamericana. Ceiba (Hond.) 22(1):1-28.
- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS (Guatemala). 1975. Chile. In Informe Anual junio 1974-julio 1975. Guatemala, p. 207-209.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1983. Hortalizas, tubérculos y raíces comestibles: pimiento. Informe Anual 1982-1983. Panamá. p. 114-117.
- JIMENEZ, J.M.; GONZALEZ, W.; BUSTAMANTE, E. 1988. Respuesta de líneas de chile picante a *P. capsici* a nivel de invernadero. In Reunión Anual PCCMCA. (34, 1988, San José, CR). Memorias. San José, CR, Colegio de Agrónomos, p. 127.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMOBA, A. 1987. Respuesta de cuatro cultivares de chile dulce a marchitez fungosa y bacterial en Costa Rica. In Reunión Anual de Fitopatología, APS y 27 Reunión de Fijación Biológica de Nitrógeno (1987, Guatemala). Resúmenes. Guatemala, ICTA. 1987. p. 2.
- KAAN, F. y ANAIS, G. 1972. Compte-rendu de 3 essais varietaux de piment doux (*Capsicum annuum*) en Guadeloupe. Nouvelles Maraicheres et Vivrieres de l'INRA aux Antilles (Guadalupe) 3:16-23.
- KENG, J.C.W., SCOTT, T.W. y LUGO-LOPEZ, M.A. 1981. Fertilizer for sweet pepper under drip irrigation in an Oxisol in northwestern Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 65(2):123-128.
- LIST OF varieties. 1982. Mutation Breeding Newsletter no. 20:16-19.
- LOPEZ CARBAJAL, E.A. 1981. Efecto de entresaca, endurecimiento y fertilización nitrogenada en el rendimiento del chile (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de la unidad de riego Rancho Jícaro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 39 p.
- MANUAL DE recomendaciones cultivos agrícolas de Costa Rica. 1983. In Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico no. 626 p. 102-109.
- MANZANO, M.; WAITE, B.H. y GRACIAS, O. 1974. Efecto del uso de papel de aluminio y cascarilla de arroz como mantillos del suelo en la incidencia de mosaico y rendimiento de frutos en chile dulce. Proceedings of the American Phytopathological Society 1:122. (Sumario).
- MEJIA, E.; SANTOS, A.A.; SORTO, A.; FUNEZ, M.R. 1987. Selección masal de líneas criollas de chile dulce (*Capsicum* sp.) en la Estación Experimental "La Tabacalera" Comayagua, Honduras. In Semana Científica (3, 1987, Tegucigalpa, Hond.) Resúmenes. Hond., UNAH/CURLA. p. 46.
- MORALES, R. 1979. Evaluación de variedades de pimiento (*Capsicum annuum*) en condiciones locales. Tesis Lic. Agr. Panamá, Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía. 49 p.
- OROZCO B.; O.L., SIERRA, A.; ORELLANA, H. 1982. Avances en la obtención de líneas promisorias de chile pimiento, *Capsicum annuum* en San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala. In Reunión Anual del PCCMCA (28, 1982, San José, C.R.). Memoria. San José, CR, PCCMCA. v.3, p. 10.

- PEREZ A., O. 1977. Ensayos sobre el uso de fertilizantes en chile dulce, selección "Mil Frutos". In Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual de Labores 1976. Alajuela, C.R., UCR, p. 5.
- PEREZ A., O. 1977. Prueba de dosis de nitrógeno y fósforo en chile dulce en el Tejar de Cartago (Costa Rica). In Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual de Labores 1976. Alajuela, C.R., UCR, p. 13.
- PEREZ A., O. 1977. Respuesta del chile dulce selección "Mil Frutos" a la aplicación del fósforo en diferentes posiciones. In Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual de Labores 1976. Alajuela, C.R., UCR, p. 7-8.
- PEREZ GODINEZ, R. y MONTES, A. 1982. Situación actual y propuesta de alternativa tecnológica del chile dulce. In Curso de Producción de los Principales Cultivos Alimenticios del Distrito de Zapotitán, San Salvador, 1982. (Trabajos) por Alirio Edmundo Mendoza y Víctor A. Vásquez. IICA. Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 301, p. 245-255.
- QUIÑONES MENDIETA, A. 1962. Cultivo del chile. Informador Agrícola (Gua.) no. 176:4-6.
- RUSSELL, R. 1965. Producción de pimientos. Guatemala. Ministerio de Agricultura. Boletín Técnico no. 18. 27 p.
- SCHOCH, P.G. 1980. Influence of air temperature and humidity during the vegetative growth on some structural characteristics of the leaf of *Capsicum annum* L. In Caribbean Food Crops Society. Annual Meeting (9, 1980, Georgetown, Guyana). Proceedings. Mayaguez, P.R. p. 56-63.
- TECNOLOGIA EMPLEADA por los productores de cebolla, pepino, pepinillo, okra, chile pimiento, tomate y melón en el departamento de Zacapa, Guatemala. 1985. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (4, 1986, Guatemala). Memorias. Guatemala, MIP-CATIE-ROCAP. p. 379-390.
- TOBAR PALOMO, C.A. y PEREZ GODINEZ, R. 1978. Introducción y evaluación de cultivares de chile dulce (*Capsicum annum*) durante la época lluviosa y seca en El Salvador 1972-1973. St. Augustine, Trinidad. Section I. p. 57, 63-64.
- TOBAR PALOMO, C.A. y PEREZ GODINEZ, R. 1978. Introducción y evaluación de cultivares de chile dulce (*Capsicum annum*) durante la época lluviosa y seca en El Salvador. In Reunión Annual del PCCMCA (24, 1978, San Salvador, E.S.). Memoria. San Salvador, E.S., Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria. v.3, p. H3/1-11.
- TOBAR PALOMO, C.A. 1982. Situación actual y propuesta de alternativa tecnológica del chile dulce. In Curso de Producción de los Principales Cultivos Alimenticios del Distrito de Zapotitán, San Salvador, 1982. (Trabajos) por Alirio Edmundo Mendoza y Víctor A. Vásquez. IICA. Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 301, p. 245-255.
- TRUJILLO G., P. Resumen sobre algunos trabajos genéticos con especies del género *Capsicum*. Turrialba, C.R., IICA, s.f. p. irr.
- VALERDI, F. 1979. Chile y chiltoma. *Café de Nicaragua* no. 331:11-13.
- VARGAS RAMIREZ, L.G. 1975. Efecto de nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones en la producción de chile dulce (*Capsicum annum*). Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 31 p.

- VELIZ ANCAJIMA, G. 1982. Productividad de dos tipos de chile picante *Capsicum* spp. para industria de encurtido sembrado en dos épocas, dos modalidades y tres densidades de siembra. Tesis Mag. Sc. Turrialba, UCR/CATIE. 127 p.

Patógenos

- ALFARO, A.; VEGH, L. 1971. La "tristeza" o "seca" del pimiento producida por *Phytophthora capsici* Leonian. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Protección Vegetal (España) no. 1:9-42.
- ALVAREZ GARCIA, L.A. 1946. The control of *Rhizoctonia damping-off* pepper and eggplant in Puerto Rico Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 30(2):69-96.
- BARKSDALE, T.H.; PAPAVIDAS, G.C.; JOHNSTON, S.A. 1984. Resistance to foliar blight and crown rot of Pepper caused by *Phytophthora capsici*. Plant Disease (EE.UU.) 68(6):506-509.
- BECERRA GUZMAN, J.E. 1975. Control cultural y químico de la pudrición basal del tallo de chile dulce (*Capsicum annum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 34 p.
- BUDDENHAGEN, I.; KELMAN, A. 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annual Review of Phytopathology (EE.UU.) 2:203-230.
- CHANDLER, W.A. 1958. Control of bacterial spot and ripe rot of pimiento pepper. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 42:652-655.
- COX, R.; CONOVER, A.; SOWELL, G. 1956. Symptomatology of bacterial spot of pepper and tomato in southern Florida. Phytopathology (EE.UU.) 46:582-584.
- ESQUIVEL R., E.A. 1983. Pleospora solani sp.: Nov. Teleomorfosis de *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout. In Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología. División del Caribe. (23, 1983, Panamá, Resúmenes. Panamá, La Sociedad p. 1.
- FERNANDEZ G., O. 1983. Estudio preliminar de los virus del pimentón y el ají (*Capsicum* spp.) en Panamá. In Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología. División del Caribe (23, 1983, Panamá). Resúmenes. Panamá, La Sociedad. p. 1.
- FERNANDEZ, T. y GABORJANYI, R. 1978. Disminución en los rendimientos de pimiento y tomate provocada por el ataque del virus del grabado del tabaco (TEV). Agrotecnia de Cuba 10(2):45-50.
- GAMEZ, R. 1962. Una enfermedad virosa de los chiles causada por el virus Y de la papa. Revista de Biología Tropical (C.R.) 10(1):91-97.
- GARDNER, M.W. 1923. Bacterial spot of tomato and pepper. Phytopathology (EE.UU.) 13:307-315.
- GRANILLO, C.; ANAYAN, M.; DIAZ, A. 1973. Los virus del chile dulce (*Capsicum annum* L.) El Salvador. (El Salv.), SIADES 2(3-4):32-36.
- GRANILLO, C.R., ANAYA, M. y DIAZ, A. 1974. Virus diseases of sweet pepper in El Salvador. Phytopathology (EE.UU.) 64(6):768. (Sumario).
- HENDY, H.; DALMASO, A.; CARDIN, M.C. 1985. Differences in resistant *Capsicum annum* attacked by different *Meloidogyne* species. Nematológica 31 (1):72-78.

- HEREDIA, A.; GALINDO, J. 1971. Herencia de la resistencia del chile (*Capsicum annuum*) al ataque de una cepa de *Phytophthora capsici* Leo. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. Tropical Region 15:121-125.
- JIMENEZ BERMUDEZ, J.M. 1979. Evaluación de variedades de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) con fines de exportación. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., UCR, Facultad de Agronomía. 53 p.
- JIMENEZ, J. M.; ANDINO, S. DE; BUSTAMANTE, E. 1989. Bacterias fitopatógenas asociadas con *Neosilba* en trópico húmedo. Turrialba (C.R.), Proyecto MIP/CATIE. Mimeografiado. 10 p.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A 1988. Respuesta de cuatro cultivares de chile dulce a marchitez bacterial en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 7:19-28.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A. 1989. Resistencia de líneas de chile dulce Facultad de Agronomía. 53 p.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A. 1989. Resistencia de líneas de chile dulce a *P. capsici* en Costa Rica. In Congreso AGMIP. (2; 1988, Guatemala) Memorias. Guatemala, AGMIP. p.
- JIMENEZ, J.M.; GONZALEZ, W.; BUSTAMANTE, E. 1988. Respuesta de líneas de chile a la inoculación artificial de *P. capsici*. In Reunión PCCMCA (334, 1988, San José, CR). Memorias. San José, C.R., PCCMCA. 15 p.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; OVALLE, W.; GAMBOA, A. 1987. Validación de una metodología para determinar resistencia a la pudrición basal del tallo (*Phytophthora capsici* y a la bacteriosis (*Pseudomonas solanacearum*). In Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas (5, 1987, Guatemala). Resúmenes. Guatemala, AGMIP. p. 14.
- LEANDRO M., G. 1983. Evaluación de fungicidas en el combate de *Phytophthora capsici* en chile (*Capsicum annuum*). In Congreso Agronómico Nacional (5, San José, CR). Resúmenes. San José, C.R., Colegio de Ingenieros Agrónomos. v. 1, p. 78-79.
- LOPEZ, C. 1985. Estudio preliminar sobre la pudrición blanda del chile dulce (*Capsicum* spp.). Tesis Ing. Agr. Grecia, Universidad de Costa Rica, Centro Universitario del Occidente. 70 p.
- MORA BRENES, B. 1977. Evaluación de la resistencia de cultivares de chile (*Capsicum* sp. L.) a la pudrición basal causada por *Phytophthora capsici* L. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 30 p.
- MORALES, J.R. 1982. Etiología e importancia de la marchitez del chile pimiento (*Capsicum annuum*) en el oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. s.p.
- OLIVA VELIZ, E.; OROZCO, O.L. 1982. Comparación de epifitias de ciclo simple en parcelas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el valle de San Jerónimo, Guatemala. In Reunión Anual del PCCMCA (28, 1982, San José, CR). Memoria. San José, C.R., PCCMCA. v.3, p. 7.
- OVALLE, W. 1987. Estudio de la variabilidad de *Phytophthora capsici* agente causal de la marchitez del chile *Capsicum annuum* L.) y su combate por resistencia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. 99 p.

- PEREZ, J.E., IRIZARRY, H. y CORTES-MONLLOR, A. 1974. Present status of virus infections of pepper in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58(1):137-139.
- QUIÑONES MENDIETA, A.; RIOLLANO, A., ADSUAR, J. y RODRIGUEZ, A. 1948. Breeding peppers resistant to a Puerto Rican type of mosaic. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 51:415-416.
- ROMAN, J., RIVAS, X.; RODRIGUEZ, F. 1971. Control químico de los nematodos del pimiento en Puerto Rico. *Nematropica (Ven)* 1(1):34-35.
- ROQUE, A. y ADSUAR, J. 1941. Studies on the mosaic of peppers (*Capsicum frutescens*) in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 25(4):40-50.
- SCHAAD, N.W. 1980. Laboratory guide of identification of plant pathology bacteria. Minnesota, APS. 68 p.
- SINGH, N.D. 1973. Nematode control and yield of sweet pepper. University of the West Indies. Department of Agricultural Extension. *Extension Newsletter* 4(3):10.
- SINGH, N.D. 1974. Effects of chemicals on nematode populations and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt.). *Tropical Agriculture (Trin)* 51(1):81-84.
- SINGH, S.; CHEMULU, V.V. 1985. Studies on resistance to virus diseases in *Capsicum* species. III. Inheritance of resistance to potato virus Y. *Indian Phytopathology* 38(3):4789-483.
- SOLIS, V.; VARGAS, E. 1989. Lista de las enfermedades registradas en Costa Rica de los principales cultivo. San José C.R., MAG. Sanidad Vegetal (En prensa).
- TOBAR PALOMO, C.A. y PEREZ GODINEZ, R. y MONTES, A. 1979. Comparativo de cultivares de chile dulce (*Capsicum annuum*) en la época lluviosa. In Reunión Anual del PCCMCA (25, 1979, Tegucigalpa, Hond). Memoria. Tegucigalpa, Secretaría de Recursos Naturales. v.4, p. H6/1-10.
- TORO, J. y AYALA, A. 1979. Histopathology of *Meloidogyne incognita* on pepper and tomato. *Nematropica* 9(2):109-110. (Sumario).
- VARELA, F., AYALA, A. y TORO, J. 1983. Relación huésped-parásito de *Meloidogyne incognita* en los cultivares de pimiento Blanco del país y Cubannelle, en Puerto Rico. *Nematropica* 13(2):112. (Sumario).
- ZAMBRANO ALTUVE, J.E. 1976. Control de la pudrición basal del tallo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) causada por *Phytophthora capsici* L. con fungicidas sistémicos. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 41 p.

Invertebrados

- ANDREWS, K.L.; POE, S.L. 1980. Spider mites of El Salvador, Central America (*Acari:Tetranychidae*). *The Florida Entomologist* 63(4):502-505.
- ANDREWS, K.L.; RUEDA, A.; GANDINI, G.; EVANS, S. ARANGO, A.; AVEDILLO, M. 1986. A supervised control programme for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano, in Honduras, Central America. *Tropical Pest Management* 32(1):14.
- CAJAS M., C.A. 1986. Uso del cultivo trampa para atraer al picudo del chile (*Anthonomus eugenii* C.) en el cultivo del chile (*Capsad* and *Tobago*) 78(4):311-318.

- GERSON, U.; COHEN, E. 1989. Resurgences of spider mites (Acari:Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. *Experimental and Applied Acarology* 6:29-46.
- JIMENEZ, J.M.; DIMASI, J.; BUSTAMANTE, E.; JIMENEZ, F. 1984. Bacteria asociada al complejo de *Neosilba* sp. en *Capsicum* sp. bajo condiciones del trópico húmedo, Costa Rica. In Reunión APS División Caribe. (26, 1984, Cali, Col). Resúmenes. Cali, Col, APS. p. 14.
- KEIFER, H.H.; BAKER, E.W.; KONO, T.; DELFINADO, M.; STYER, E. 1982. An illustrated guide to plant abnormalities caused by eriophyid mites in North America. USDA, Agriculture Handbook No. 573. 178 p.
- ORTIZ LOPEZ, A.A. 1983. Biología, comportamiento y dinámica de población del picudo del chile (*Anthonomus eugenii* (Coleóptera:Curculionidae) en Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 49 p.
- SALAS, L.A. 1978. Algunas notas sobre las arañitas rojas (Tetranychidae: ACARI) halladas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 2(1):47-59.
- VELAZCO P., H. 1969. Evaluación de pérdidas, preferencia de oviposición del picudo o barrenillo del chile (*Anthonomus eugenie* Cano), efectividad de varios insecticidas y reacción de diferentes variedades a su ataque. *Agricultura Técnica en México* 2(11):449-567.

Malezas

- ALVARADO, C.A. 1980. Control de malezas en chile dulce (*Capsicum annuum*) en Santa Clara, San Carlos, Costa Rica. In Costa Rica. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Informe Anual 1979. Alajuela, C.R., UCR. p. 22-25.
- BILLINI, J.; DURAN, F. y JURGENS, G. 1977. Evaluación de algunos herbicidas en Solanáceas: Ají y berenjena. Instituto Politécnico Loyola (Rep. Dominicana). Finca Experimental Agrícola. Informe. no. 9. 7 p.
- LABRADA, R. y PAREDES, E. 1979. Efectividad de difenamida en semilleros de pimiento (*Capsicum annuum*). *Agrotecnia de Cuba* 11(2):63-68.
- LABRADA, R. y PAREDES, E. 1983. Período crítico de competencia de malezas y valoración de herbicidas en plantaciones de pimiento (*Capsicum annuum*). *Agrotecnia de Cuba* 15(1):35-46.
- SCHEVERMAN, B. 1985. Bell pepper (*Capsicum annuum* var. *Annuum*). In Principles of Weed Control in California. El Macero, California Weed Conference. p. 285-287.
- VALVERDE M., B. y GAMBOA H., C. 1983. Prueba preliminar de selectividad de cuatro dosis de herbicida Difenopenteno (KK-80) en tres épocas de aplicación, sobre seis cultivos (algodón, chile dulce, frijol, pepino, soya, tomate). In Congreso Agronómico Nacional (5, 1982, San José). Resúmenes. San José, C.R., Colegio de Ingenieros Agrónomos. v.1, p. 114-115.

INDICE ALFABETICO

Acaros 72

Afidos 63

Afidos verde-amarrillento de las solanáceas 64

Ageratum 100

Agrotis 70

Amaranthus 109

Anthonomus 50

Añublo bacteriano 87

Apanteles 70

Aphis 64, 89

Araña roja 74

Aspectos económicos 11

B*acillus* 70, 76

Baltimora 111

Barrenillo del pimiento 50

Bases Ecológicas 1

Bases Sociales 6

Bases Económicas 5

Bemisia 61

Bermuda 114

Biodiversidad 5

Bledo 109

Boerhavia 118

Borreria 106

Botoncillo 106

Cachitos 110

Caminadora 115

Centorrinco 50

Clavelillo 101

Control fitogenético 9

Control etológico 10

Control natural 7

Control químico 10

Control autocida 10

Control biológico 9

Controles mecánicos y físicos 9

Convivencia 8

Cortadores 70

Costos de producción 25

Coyolillo 112, 128

Crecimiento y desarrollo 12

Crecimiento vegetativo rápido 18

Crecimiento de la plántula 16

Cultivares de chile dulce 42

Cultivo 43

Curarina 100

Cynodon 114

Cyperus 112, 128

Chenopodium 88

Densidad de plantación 44

Desarrollo de alternativas 21

Desmodium 116

Diabrotica 60

Diagnóstico Socioeconómico 21

Diagnóstico de plagas 27, 33

E*leusine* 105

Emilia 101, 128

Enemigos naturales 9

Epirix 75

Erradicación. Pág.8

Erwinia 85

Escobilla 117

Estigmene 68

Estrategia de MIP 8

Estrés hídrico 20

Etapas fenológicas 38

Euphorbia 113

Exclusión 8

Factores económicos 21

Falsa potra 50

Feltia 70

Fenología y desarrollo 16

Fenología 38

Feromonas 10
 Fertilización 45
 Flor amarilla 103, 104
 Floración y fructificación 18
Fusarium 82

G*alinsoga* 102
 Germinación y emergencia 16
 Golondrina 118
 Gorgojo 50
 Grama 114
 Gusano cornudo 69
 Gusano peludo 68
 Gusanos del fruto 65, 68
 Gusanos cortadores 70
 Gusanos medidores 76

H*eliothis* 68
 Herbicidas 124
 Huizquilite 109

Incertidumbre 6

K*allstroemia* 120

Lechosa 113
Liriomyza 71
 Luz 16

Mal del talluelo 79
 Malezas 121
 Mancha bacteriana 87
Manduca 69
 Manejo integrado de plagas (MIP) 7
 Manejo de las malezas 121
 Marchitez fungosa 79, 81, 82
 Marchitez bacteriana 83
 Marchitez del chile 93
 Medidas legales 10
 Medidores 76
Melampodium 103, 104, 128
Meloidogyne 91
 Mielcilla 102
 Minadores 71
 Mirasol 111
 Mosca blanca 61
 Mosca del chile 55

Muestras 7
Myzus 64, 89

N*acobbus* 91
 NDE 8
 Nematodos 91
Neosilba 55, 85
 Nivel de daño económico 8

Olla nueva 102

Pascuita 113
 Pata de gallina 105
 Pega-pega 116
Physalis 88
Phytonemus 74
Phytophthora 79
 Picudo 50
 Pimientilla 112
 Plaga 6
 Plagas primarias 3
 Plagas secundarias 3
 Planificación 21
 Podredumbre 85
Polanisia 110
Polistes 70
Polyphagotarsonemus 72
Portulaca 119
 Prácticas culturales 9
 Prevención 8
 Profilaxis 8
Pseudomonas 83, 85, 128
Pseudoplusia 76
 Pulgón 64
Pythium 79

Resistencia 1
Rhizoctonia 79
 Riego 46
Rottboellia 115
Rotylenchulus 91

Sanidad 48
 Santalucía 100
Sclerotium 81
 Seguimiento dinámico 22
 Selección de herbicidas 123
 Semilla seleccionada 41

Semilla 43
 Semillero 43
Sida 117
 Síntomas y signos 33
Solanum 88, 107
Spodoptera 65, 66, 70
Sturnia 70
 Supresión 8

Táctica de control 9
Telemonus 70
 Temperatura 15
 Temperaturas óptimas 20
Tetranychus 74
 Tortuguillas, vaquitas 60
 Trasplante 44
Trichogramma. Pág.70
Trichoplusia 76
 Tutores 45

UmbraI económico 8

Variedades resistentes 41
Verbena 108
 Verdolaga 119
 Verdolaguita 120
 Virus del grabado del tabaco 88
 Virus Y de la papa 88
 Virus del mosaico del tabaco 90

Xanthomonas 87

Yerbamora 107

Zygosturmia 70

Las Guías de MIP

- * Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. 1990
Serie Técnica
Informe Técnico No. 150
- * Guía para el manejo integrado de Plagas del cultivo de tomate. 1990
Serie Técnica
Informe Técnico No. 151
- * Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. 1990
Serie Técnica
Informe Técnico No. 152
- * Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. 1992.
Serie Técnica
Informe Técnico No. 201



**Este libro se terminó de imprimir
en el mes de junio de 1993,
en los Talleres Gráficos de
EDITORAMA, S.A.,
San José, Costa Rica**





Proyecto Manejo Integrado de Plagas