



Instituto de Investigación
Agropecuaria de Panamá

Manual técnico

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL

2016



Manual técnico

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL

José Ángel Guerra Murillo, Ing. Agr. Fitotecnista;

José Ezequiel Villarreal Núñez, Ph.D. en Edafología y Química Agrícola;

José Ángel Herrera Vásquez, Ph.D. en Virología;

Vidal Aguilera, M.Sc. en Protección Vegetal;

Orlando Osorio B, M.Sc. en Protección Vegetal.

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá

Departamento de Edición y Publicaciones

Panamá, 2016

59 páginas

Tercera edición revisada

ISBN 978-9962-677-44-4

Tomate industrial, siembra, semilla, riego, fertilización, fertirriego,
manejo de insectos, enfermedades, virus y malezas.

Manual técnico

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO | 2016
DE TOMATE INDUSTRIAL

José Ángel Guerra Murillo, José Ezequiel Villarreal Núñez,
José Ángel Herrera Vásquez, Vidal Aguilera, Orlando Osorio B.

Contenido	Pag.
Introducción	
Capítulo I - GENERALIDADES DE LA PLANTA DE TOMATE	2
Origen	
Descripción botánica	
Etapas fenológicas de un cultivar de tomate de crecimiento determinado	
Capítulo II - REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	4
Temperatura	
Luz solar	
Agua	
Suelo	
Zonas de producción de tomate industrial	
Capítulo III - MANEJO AGRONÓMICO	7
Selección y preparación del terreno	8
Subsolado	
Arado	
Rastra	
Arado rotativo	
Surcado – encamado	
Riego	9
Instalación del sistema de riego	
Tipo de suelo	
Topografía	
Drenaje	
Fuente de agua	
Frecuencia	
Preparación e instalación del tensiómetro	
Interpretación de las lecturas del manómetro	
Siembra	12
Época de siembra	
Preparación de semilleros	
Trasplante	
Densidad de siembra y arreglo topológico	
Capítulo IV - FERTILIZACIÓN	15
Nutrientes esenciales	15
Análisis de suelo	
pH del suelo	
Contenido de materia orgánica	
Fertilización de base	17
Requerimientos nutricionales	
Macronutrientes	
Micronutrientes	
Fertilización orgánica	
Fertirriego	22

Contenido	Pag.
Capítulo V - MANEJO DE INSECTOS	24
Mosca blanca - <i>Bemisia tabaci</i>	
Gusanos del fruto – <i>Helicoverpa zea</i> y <i>Heliothis virescens</i>	
Gusano de fruto o Langosta – <i>Spodoptera</i> spp.	
Minador o Mosca minadora – <i>Liriomyza</i> spp.	
Enrollador o Gusano alfiler – <i>Keiferia licopersicella</i>	
Picudo del tomate – <i>Faustinus rhombifer</i>	
Polilla del tomate – <i>Tuta absoluta</i>	
Capítulo VI - MANEJO DE ENFERMEDADES	36
Hongos	36
Mal de talluelo – <i>Phythium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.	
Pudrición del cuello – <i>Scerotium rolfsii</i>	
Marchitez vascular – <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	
Tizón temprano – <i>Alternaria solani</i>	
Mancha gris de la hoja – <i>Stemphylium solani</i>	
Bacterias	39
Tallo hueco – <i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	
Marchitez bacteriana – <i>Ralstonia solanacearum</i>	
Marchitez bacteriana – <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	
Manejo de enfermedades producidas por hongos y bacterias	
Capítulo VII - ENFERMEDADES VIRALES	44
Virosis de transmisión mecánica	
Virosis transmitidas por áfidos	
Virosis transmitidas por moscas blancas	
Capítulo VIII - PROBLEMAS ABIÓTICOS	51
Pudrición del extremo apical o culiprieto	
Quemadura del sol	
Aborto de flores	
Capítulo de IX - MANEJO DE MALEZAS	53
Monocotiledóneas	
Poáceas (gramineae)	
Ciperáceas	
Dicotiledóneas	
Malezas hospederas de virus (Begomovirus)	
Manejo integrado de las malezas	54
Eliminación de malezas hospederas de Begomovirus	
Preparación de suelo	
Utilización de semilla certificada	
Fertilización	
Rotación de cultivos	
Control mecánico	
Control químico	

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL

INTRODUCCIÓN

La industria tomatera en Panamá, surgió en la década de 1940 en Natá y pueblos vecinos de la provincia de Coclé, con la llegada de la Compañía NESTLÉ, originándose un gran auge socio-económico en las comunidades dedicadas a este cultivo.

El producto procesado era destinado al consumo nacional y para exportar hacia la región centroamericana, generando importantes divisas para el país.

Las primeras variedades sembradas provenían, principalmente, de Francia y Estados Unidos, conocidas con el nombre de Rosol, 1-12 y otras.

La siembra continua en los mismos campos, promovieron la aparición de problemas fitosanitarios, en especial la marchitez bacteriana, cuyo agente casual es la bacteria *Ralstonia solanacearum* (*Pseudomonas solanacearum*), considerada la principal enfermedad del tomate en los trópicos. Redujo el rendimiento del cultivo, provocando en 1980 que la Compañía NESTLÉ decidiera trasladar la planta procesadora hacia la provincia de Los Santos.

A mediados de la década de 1970, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) inició actividades de investigación, permitiendo obtener variedades resistentes a la marchitez bacteriana, tales como Entero Chico, Entero Grande, Dina y otras, representando la oportunidad de continuar el desarrollo de la industria tomatera en el país.

En el año 2005, el Gobierno Nacional en conjunto con la Asociación de Productores de Tomate y la empresa NESTLÉ, emprendieron esfuerzos para aumentar el rendimiento superando las 91 t/ha, reducir el costo de producción y buscar la sostenibilidad ambiental.

La implementación de la tecnología generada por IDIAP en colaboración con los productores de Azuero, durante los años agrícolas 2006, 2007 y 2008, permitió elevar el rendimiento de 31.8 a 68.2 t/ha; sin embargo, algunos productores obtuvieron un rendimiento superior a 90.9 t/ha, con la variedad IDIAP T-9. Este rendimiento es similar a lo obtenido en Chile donde se reportan alrededor de 80 t/ha (Escalona *et al.* 2009).

Actualmente, en IDIAP desde 2015 se implementó el proyecto de Investigación e Innovación de Manejo Integrado del tomate industrial en Panamá. En este proyecto se agrupan investigaciones en los aspectos en el control de malezas, poblaciones y arreglos topológicos, manejo del agua, nutrición, estudios de la duración de la vida de anaquel, plasticultura, uso de entomopatógenos, manejo de plagas insectiles y enfermedades y la rentabilidad de la aplicación de estas tecnologías, entre otros.



CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA PLANTA DE TOMATE

José Ángel Guerra Murillo¹

Origen

El tomate, *Solanum lycopersicum*, es una planta originaria de la zona costera occidental de América del Sur. Rick (1976) sostiene que es originario de las Islas Galápagos. Se introdujo por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI y se comenzó a cultivar comercialmente a principios del siglo XIX, cuando se industrializó y diferenció entre variedades para consumo fresco y procesado de diferentes modos (Pérez *et al.* 2006).

Descripción botánica

Es una dicotiledónea perteneciente a la familia Solanaceae, sub familia Solanoideae, tribu Solanaceae. Probablemente se originó de una forma silvestre conocida como tomatillo, *Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme, que todavía se puede encontrar en algunas partes de Centro América (CATIE 1990).

Es una planta anual de porte arbustivo y por su hábito de crecimiento, se clasifica en variedades de crecimiento determinado e indeterminado. Los cultivares que se utilizan para la industria, generalmente, son de hábito determinado con frutos en forma de pera o ciruela, redondo-alargados, acorazonados o cilíndricos. Los cultivares de hábito indeterminado son de crecimiento vegetativo continuo y se desarrollan en sistemas protegidos o invernaderos (CATIE 1990).

El sistema radicular está formado por una raíz principal, raíces secundarias y las adventicias, las cuales se extienden superficialmente en un diámetro de 1.5 m con una profundidad de 0.5 m, sin embargo el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie (Pérez *et al.* 2006).

El tallo principal es relativamente delgado de un grosor en la base de 2 a 4 cm, con tallos secundarios y hojas dispuestas de forma alterna. Las hojas están compuestas, por alrededor de siete a nueve folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado recubiertos de pelos glandulares (Pérez *et al.* 2006).

Posee una flor hermafrodita de color amarillo, con cinco o más sépalos, cinco o más pétalos y de cinco a seis estambres agrupadas en inflorescencias apicales de racimo tipo cimoso, compuesto por cuatro a 12 flores. El fruto es una baya bi o plurilocular, puede alcanzar un peso entre pocos miligramos y 600 g (Pérez *et al.* 2006).

Etapas fenológicas de un cultivar de tomate de crecimiento determinado

La diversidad de zonas edafoclimáticas en que se cultiva el tomate dificulta generalizar el desarrollo de la plantación. Sin embargo, es necesario presentar los diferentes estados para su desarrollo y duración, considerando las condiciones edafoclimáticas comunes de las áreas tomateras.

El cultivo de tomate durante su desarrollo atraviesa por las siguientes etapas fenológicas: plántula, etapa vegetativa y etapa reproductiva (Figura 1) (CATIE 1990).

a. Etapa de plántula (plantones)

Inicia con la germinación de la semilla, demora de cuatro a cinco días después de colocarse en el sustrato. Luego, se distingue claramente la raíz principal y a medida que crece, surgen las raíces laterales. Este proceso dura, generalmente, entre uno y 21 días (CATIE 1990, Pérez *et al.* 2006).

¹Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com

b. Etapa vegetativa

Comienza a partir de los 21 días después de la germinación y tiene un crecimiento ascendente entre 22 y 49 días, momento en que inicia la floración. En esta etapa es requerida mayor cantidad de nutrimentos para satisfacer las necesidades de crecimiento y expansión de hojas y ramas (CATIE 1990, Pérez *et al.* 2006).

c. Etapa reproductiva (floración, fructificación, maduración)

La formación de flores inicia a los 51 días después de la germinación. Las flores hermafroditas del tomate se

autopolinizan y comienza la formación de frutos entre 60 y 70 días después de la siembra, extendiéndose de 30 a 40 días más (CATIE 1990, Pérez *et al.* 2006).

Los cultivares IDIAP T-7, T-8 y T-9, los frutos maduran a partir de los 70 días después del trasplante, entre 88 y 90 días desde la siembra de la semilla en la bandeja germinadora, sin embargo, para el procesamiento industrial el tomate se cosecha entre 80 y 90 días después del trasplante (IDIAP 1996, Guerra *et al.* 2009).

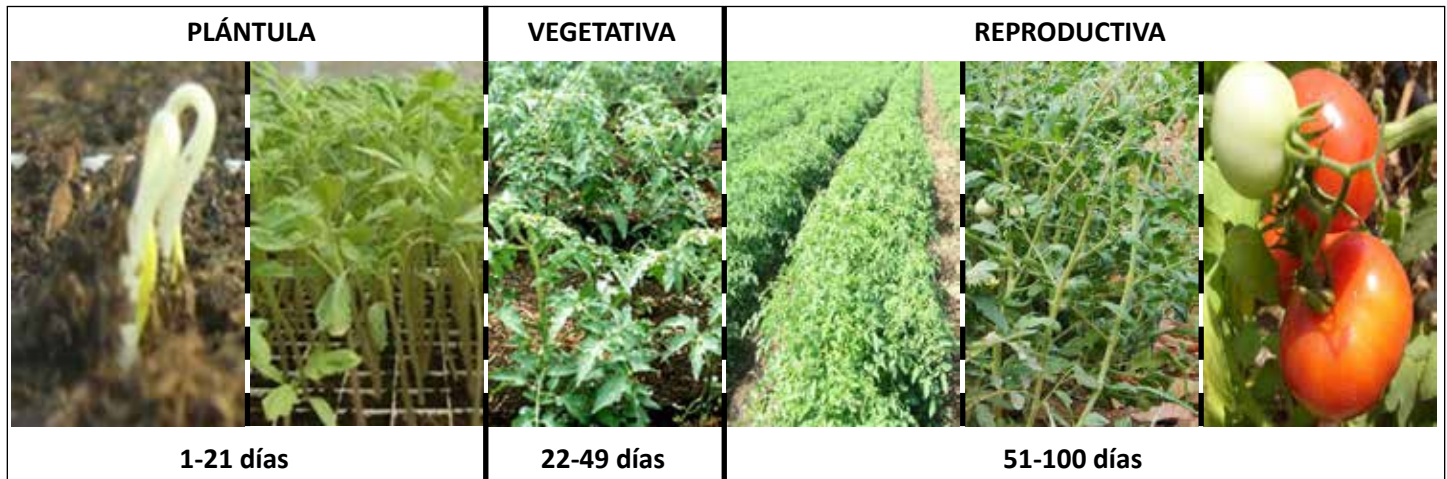


Figura 1. Etapas fenológicas del cultivo de tomate.

BIBLIOGRAFÍA

CATIE (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. Serie Técnica. Informe Técnico no. 151. 138 p.

Escalona C, V; Alvarado, V; Monardes M, H; Urbina Z, C; Martín B; A. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Nodo Hortícola VI Región (en línea). Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. InovaChile GORFO. Consultado 3 de jun. 2015. Disponible en <http://www.agronomia.uchile.cl>

Guerra, JA; Him, P; García, N; Castillo, A; Batista, A; Aguilera; V; Villarreal N; González, A. 2009. Cultivar de Tomate IDIAP T-9. (Tríptico). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 1996. Cultivar de Tomate IDIAP T-7. (Tríptico). PA.

Pérez, J; Hurtado, G; Aparicio, V; Argueta, Q; Larin, M. 2006. Guía Técnica. Cultivo de Tomate Industrial. San Salvador, NI. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal. 48 p.

Rick, CM. 1976. Tomato. *In* Evolution of crop plants. Longman, London. Ed. N.W. Simmonds. p. 268-273.

CAPÍTULO II

REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

José Ángel Guerra Murillo¹

La planta de tomate requiere de condiciones climáticas y edáficas adecuadas para aprovechar su potencial productivo. Los factores ambientales como: fotoperíodo o duración solar, temperatura y humedad afectan el proceso de fructificación en el cultivo de tomate y consecuentemente, el porcentaje de cuaje de los frutos y el rendimiento (Kuo *et al.* 1979).

Temperatura

El tomate puede crecer o desarrollarse en un rango amplio de temperatura; sin embargo, la fructificación está limitada por la alta temperatura. Kuo *et al.* (1979) y Pérez *et al.* (2006) indican que la temperatura ideal para la fructificación es 16° C durante la noche y 30° C en el día; sin embargo, inferior a 13° C y superior a 32° C resultan perjudicial, afectando significativamente la fructificación, provocando la caída de la floral cuando excede los 34° C. Pérez *et al.* 2006, DISAGRO 2004, Escalona *et al.* 2009, afirman que para un desarrollo satisfactorio, el tomate requiere de una temperatura entre 16° y 30° C, sin embargo tolera entre 10° y 34° C.

Luz solar

La insensibilidad al fotoperíodo es una característica de la planta de tomate, sin embargo necesita de 11 a 12 horas de luz. La densidad de siembra, el sistema de poda, tutorado y las prácticas culturales, pueden modificar el aprovechamiento de la radiación solar. Las prácticas culturales durante la época lluviosa optimizan la recepción de los rayos solares (Him 1997). La intensidad de luz alta combinada con una temperatura entre 20° y 25° C resulta favorable a la fructificación. Sin embargo, a una mayor temperatura puede afectar el contenido de licopeno, sustancia responsable del color rojo del fruto (Plana *et al.* 2008).

Agua

Uno de los componentes básicos del ciclo hidrológico en las áreas tropicales donde se cultiva tomate bajo riego, es la evapotranspiración. La aplicación del riego en el cultivo de tomate es importante especialmente durante la escasez o el exceso de agua, ambos influyen en la calidad del fruto y en el rendimiento (González Meza y Hernández Leos 2000).

La relación agua-planta es una razón dinámica definida por el agua aprovechable disponible en el suelo, volumen de suelo alrededor de las raíces, área foliar, densidad de planta/ha, actividad estomática y de factores climáticos como humedad, temperatura y viento alrededor de la planta.

La necesidad de agua depende de tres períodos críticos durante el desarrollo de la planta, en las cuales se encuentra al inicio una masa vegetal escasa que demanda poco agua; sin embargo, a medida que crece se incrementa la necesidad de agua, hasta llegar al momento del cuajado de fruto. Durante los períodos de cuajado de fruto, maduración y cosecha, las necesidades de agua se incrementan debido a la continua producción y crecimiento de los frutos (Nuez 1995).

Lo más recomendable para determinar la cantidad de agua que necesita el tomate, es calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc) por etapa de crecimiento basado en el procedimiento propuesto por la FAO, que considera la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) y el coeficiente específico del tomate (Kc), sin embargo en términos generales en una hectárea de tomate se necesitan alrededor de 6,000 m³/ha desde el trasplante hasta la cosecha (Campillo Torres *et al.* 2015).

¹Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com

Suelo

Los suelos destinados al cultivo de tomate deben presentar, preferiblemente, topografía plana, con pendientes máximas de 8%, suelos profundos, de textura franco a franco arcillosa, buena aireación y facilidad de drenaje, con un pH de 5.6 a 6.0, densidad aparente de 1.20 g/cm³, un contenido de materia orgánica superior a 3.0% y una conductividad eléctrica entre 0.75 y 2.0 dSm (Gutiérrez Palma 2006, Pérez *et al.* 2006).

Zonas de producción de tomate industrial

Las zonas de producción y con potencial para la siembra de tomate industrial están localizadas en las provincias de Los Santos, Herrera (Figura 2) y Coclé. En la provincia de Los Santos, las principales zonas están ubicadas en Tonosí, Las Tablas, Macaracas, Guararé y Los Santos. En

la provincia de Herrera, las tierras aptas para tomate se encuentran en los distritos de Parita, Chitré, Pesé y Santa María, mientras que en la provincia de Coclé son Aguadulce, La Pintada y Natá, presentan condiciones edáficas y climáticas favorables para la producción de tomate industrial.

Los sitios de las provincias de Herrera y Los Santos donde históricamente se ha sembrado tomate para procesamiento industrial, se muestran en la Figura 2. Además, durante el 2015 se sembraron algunas hectáreas en Alanje, provincia de Chiriquí y en Zapotillo, provincia de Veragua.

En otras, regiones del país como las tierras altas de Chiriquí, El Valle de Antón en Coclé y Santa Fe en Veraguas se cultivan tomates, pero en su mayoría es del tipo de mesa.

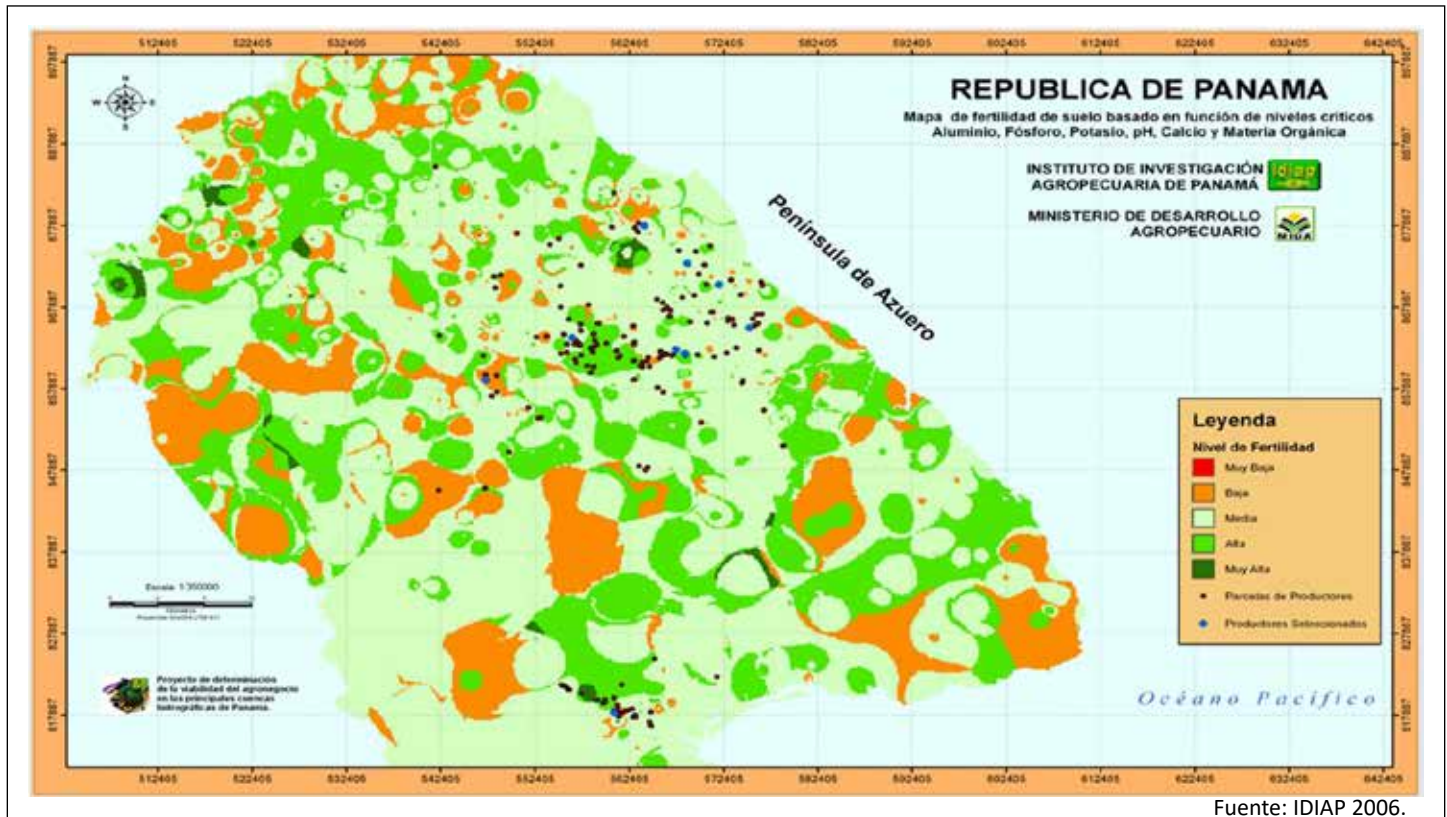


Figura 2. Zonas potenciales en la península de Azuero, para la producción de tomate industrial, según fertilidad de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Campillo Torres, C; González García, JA; Fortes Gallego, R; Millán Árias, S; González García, V; Chávez Ceferino, A; Daza Delgado, C; Prieto Losada, M. 2015. Manual práctico de riego para tomates de industria (en línea). Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. CICYTEX. Instituto de Investigación Agraria Finca La Orden-Valdesequera. Departamento de Hortofruticultura. Grupo de riego y nutrición. Badajoz, ES. Consultado 12 jun. 2015. Disponible en http://cicytex.gobex.es/documentos/paginas/File/pag_12/Manual_Version_Final_RIEGO_TOMATE_conDL.pdf
- Disagro. 2004. Plan de manejo para el cultivo del tomate. Publicaciones (en línea). Guatemala. Disponible en <http://www.bolsamza.com.ar/mercados/horticola/tomatetriturado/plan.pdf>
- Escalona C, V; Alvarado, V; Monardes M, H; Urbina Z, C; Martín B, A. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Nodo Hortícola VI Región (en línea). Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. Innova Chile GORFO. Consultado 3 jun. 2015. Disponible en <http://www.agronomia.uchile.cl>
- González Meza A; Hernández Leos, B. 2000. Estimación de las necesidades hídricas del tomate (en línea). TERRA v.18, no.1. Consultado 12 jun. 2015. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/18/1/art45-50.pdf>
- Gutiérrez Palma, OA. 2006. Evaluación de los diferentes arreglos topológicos en el rendimiento de tomate IDIAP-T9 bajo el sistema de riego por goteo. Los Santos, 2006. Tesis Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Chiriquí, PA, UP-FCA. 70 p.
- Him, P. 1997. Manejo integral del cultivo de tomate. *In* Programa de actualización a especialistas. Módulo Agrícola I. Tomate Industrial, Melón Sandía, Zapallo. Ed. S de Millán. Panamá, PA. IDIAP. p. 1-7.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá), MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). 2006. Mapa de Fertilidad de Suelo basado en función de los niveles críticos de Aluminio, Fósforo, Potasio, pH, Calcio y Materia Orgánica. Proyecto Determinación de la viabilidad del agronegocio en las principales cuencas hidrográficas de Panamá. Escala: 1:35,000. Color.
- Kuo, G; Chen, B; Chou, M; Tsai, C; Tsay, C. 1979. Tomato fruit-set at high temperatures. *In* First International Symposium on Tropical Tomato. TW. Office Information Services Asian Vegetable Research and Development.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Madrid, ES. Mundi-prensa. 793 p.
- Pérez, J; Hurtado, G; Aparicio, V; Argueta, Q; Larin, M. 2006. Guía Técnica. Cultivo de Tomate Industrial. San Salvador, NI. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal. 48 p.
- Plana, D; Florido, M, Álvarez, CM; Moya, CC; Dueñas, CF; Lara, RM. 2008. Efecto de la radiación solar en la intensidad y severidad de la mancha solar en frutos de tomate. Cultivos Tropicales (en línea). La Habana, CU. Consultado 21 jun. 2016. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362008000400012

CAPÍTULO III

MANEJO AGRONÓMICO

José Ángel Guerra Murillo¹

La variedad es el principal componente del sistema de producción y debe cumplir con tres requisitos básicos: alta productividad, tolerancia a los problemas fitosanitarios de importancia económica y buena calidad agroindustrial del fruto.

El IDIAP, a través del Proyecto de Mejoramiento Genético Vegetal, ha generado variedades cuyo potencial de producción se maximiza cuando se manejan los principales factores agronómicos y culturales, bajo un enfoque de manejo integrado.

Productos del programa de mejoramiento son los cultivares IDIAP T-7 (Figura 3), IDIAP T-8 (Figura 4) y el

IDIAP T-9 (Figura 5). Este último, es el resultado de la cruce de Tai 43 y DINA. La línea Tai 43 es un progenitor procedente de Taiwán del Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) y el otro progenitor variedad DINA, desarrollada por el IDIAP y cultivada comercialmente por los productores de tomate de la región de Azuero por muchos años.

Estos cultivares se caracterizan por tener mayor potencial de rendimiento, con alto grado de tolerancia a la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) y hábito de crecimiento semi determinado y determinado, considerados aspectos importantes en Panamá (Cuadro 1).



Figura 3. Cultivar IDIAP T-7



Figura 4. Cultivar IDIAP T-8



Figura 5. Cultivar IDIAP T-9

¹Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com

CUADRO 1. DESCRIPTORES VARIETALES DE LOS CULTIVARES IDIAP T-7, IDIAP T-8 Y IDIAP T-9.

Parámetros	IDIAP T-7	IDIAP T-8	IDIAP T-9
Hábito de crecimiento	Determinado	Semi determinado	Semi determinado
Pubescencia del tallo		Intermedia	Intermedia
Color del hipocótilo		Morado	Morado
Forma del fruto	Perita	Pera grande	Redondo hombro alto
Color del fruto inmaduro		Verde claro	Verde blanquecino
Color del fruto maduro	Rojo	Rojo	Rojo intenso
Diámetro del fruto (cm)		8.0 - 8.6	7 - 9
Floración (ddt)	25-30	35 - 40	27
Cosecha (ddt)	65	60 - 75	65 - 70
Peso/fruto (g)	42	30 - 34	50 - 60
frutos/planta	50 - 60	50 - 60	45 - 50
Rendimiento/planta (kg)	2.1-2.5	2.0 – 3.0	2.5 - 3.0
Rendimiento/ha (t)	54.5 - 68.2	54.5 - 80	68.1 - 90.9
Duración de la cosecha (días)	26 - 30 (época seca)	26 - 30	45
pH	4.5 - 5.0	5 - 6	5 - 6
Brix	5 - 6	6 - 7	6-7

ddt: días después del trasplante.

Fuente: IDIAP 1996, IDIAP 2008, Him *et al.* 2004 y 2011.

SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

La parcela debe estar ubicada en un lugar de fácil acceso, cercano al sitio de acopio y en la que no se haya sembrado tomate u otra solanácea, por lo menos en los tres años anteriores (Nuez 1995). Además, debe disponer de una fuente de agua de buena calidad durante el ciclo de cultivo.

Subsolado

Es una práctica agrícola que se realiza con el objetivo de romper las capas compactadas del subsuelo favoreciendo el desarrollo de las raíces, facilitando el drenaje y evitando encharcamiento superficial cuando caen lluvias

extemporáneas. Se debe realizar cuando el terreno está ligeramente húmedo y cada dos o tres años. Los suelos cercanos a las riberas de los ríos y con textura tipo franco arenosa, no requieren de esta labor (López Jareño 2015).

Arado

El objetivo del arado es romper y voltear los primeros 0.30 a 0.40 m de suelo. Esta labor se debe realizar de 30 a 45 días antes del pase de rastra, lo cual permite la emergencia de varias generaciones de malezas que son eliminadas e incorporadas mecánicamente al suelo. En suelos francos y profundos, puede obviarse esta labor y proceder a realizar dos o tres pases de rastra pesada (FAO 2015).

Rastra

Se recomiendan dos pases de rastra para desmenuzar el suelo y crear las condiciones óptimas que faciliten el desarrollo de las raíces. Generalmente, dependiendo de las condiciones de suelo, esta es la última labor con la que finaliza la preparación de suelo (Corpeño 2004).

Arado rotativo

Antes del trasplante, es posible que algunos suelos requieran un pase de arado rotativo hasta dejarlo completamente mullido o desmenuzado (Figura 6).

Surcado – encamado

Esta labor importante durante la preparación de suelo, debe implementarse como una alternativa de evitar daños al momento de lluvias extemporáneas, que se dan a menudo durante la zafra y que pudieran ocasionar pérdidas económicas de consideración en el cultivo.

RIEGO

El suministro oportuno de agua es otro de los factores importantes dentro del manejo integrado del sistema de producción de tomate, por lo que es preferible el sistema de riego por goteo. Es fundamental conocer la demanda de agua del cultivo, así como las características físicas de suelo.

Demasiada agua puede lixiviar nutrientes de la rizósfera, en tanto que la carencia produciría estrés al cultivo (Robinson 2011).

Instalación del sistema de riego

Para usar eficientemente el recurso hídrico es básico el diseño e instalación de un sistema de riego por goteo, adecuado a las condiciones del terreno. Por lo que se deben considerar los siguientes aspectos: Tipo de suelo, topografía y drenaje. En general, las tuberías se colocan sobre el suelo, sin embargo, para una mayor eficiencia en el uso del agua debe evitar el crecimiento de algas, se recomienda soterrar la misma (Figura 7).



Figura 6. Suelo después del pase de arado rotativo y antes del trasplante.

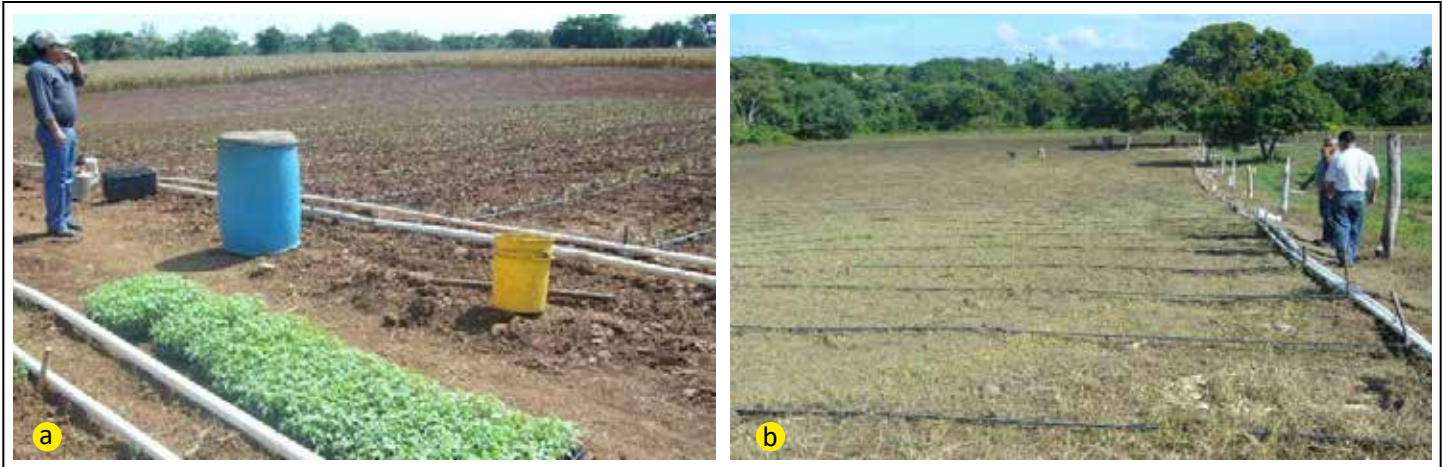


Figura 7. Sistema de riego por goteo, a) en un terreno con pendiente menor al 8% y b) en uno plano.

Tipo de suelo

Es recomendable realizar un análisis completo de suelo (químico y físico), que incluya la capacidad de percolación. La profundidad del terreno es otro aspecto importante que considerar y es determinado en campo.

Topografía

Es necesario realizar un levantamiento topográfico completo que permita conocer las diferentes pendientes del terreno, lo cual es básico para el diseño del sistema. La información facilitará los cálculos al momento del trazado de las líneas de conducción secundarias y los laterales del sistema de goteo. Además, indicará la altura máxima de succión y descarga (Cedeño y García 2002).

Drenaje

Está directamente relacionado con algunas características físicas del suelo que influyen sobre el drenaje interno y que pueden afectar el desarrollo de las raíces y de la planta en general, en un sistema de riego por goteo.

Fuente de agua

Uno de los aspectos importantes en la instalación de un sistema de riego es el aforo de la fuente de agua, ya que con esto se busca garantizar la cantidad de agua necesaria para el área del cultivo que se pueda sembrar. El aforo consiste en medir el caudal de agua en un punto y durante un período determinado. Para ello, se debe considerar el nivel estático, el nivel dinámico, el

abatimiento y el caudal, entre otros aspectos. El nivel estático indica la altura del agua estabilizada dentro del pozo medida en metros de forma vertical desde la entrada. El dinámico es el nivel de agua que queda una vez que se haya bombeado el pozo por un período determinado; mientras que el abatimiento se aplica la distancia en metros entre el nivel estático y el dinámico. El caudal es el agua que produce un pozo en determinado tiempo en litros por segundo.

Los datos que arrojen cada una de estas mediciones se conjugan para determinar la capacidad de producción de agua de un pozo (Hernández 2016).

Frecuencia

La frecuencia de riego depende de la etapa fenológica del cultivo, el tipo de suelo, la tasa de evapotranspiración y temperatura, entre otros.

Las experiencias de campo han permitido, mediante cálculos diarios, establecer frecuencias de riego que pueden variar de dos a tres días en suelos livianos, de tres a cinco días en suelos pesados, considerando los factores descritos anteriormente (MIDA 1996). En términos generales, el cultivo de tomate en campo requiere de 4000 a 6000 m³/ha de agua (Haifa 2015).

Hay que considerar que en una hectárea con emisores a distancia de 0.30 m y con descarga de 1.6 L/hora se utilizan 29,600 L/ha/hora. Una herramienta útil es la utilización de tensiómetros. A manera de ejemplo, cuando en un suelo arcilloso se observa 30 centímetros

(cb), esto significa que se dispondrá del 75% de agua de reserva útil y en un suelo limoso habrá el 50% de dicha reserva. Si al momento de la lectura del tensiómetro se lee de 70 a 80 cb en un suelo arenoso-limoso, quiere decir que se habrá agotado el 75% del agua útil, pero si el suelo es arcilloso se agotaría el 20% de esa agua (Fueyo Olmo 1998).

Los tensiómetros que más utilizan son el que tiene vacuómetro. Básicamente se conforman de un tubo impermeable, con una cápsula de porcelana porosa en el extremo inferior, un manómetro de presión en centíbares en la parte de arriba (vacuómetro), una cámara de reserva y una tapa con rosca en la parte superior con un tapón de neopreno en su interior (Figura 8). En la agricultura, se utilizan 15, 30 y 45 cm de longitud (Fueyo Olmo 1998).

Preparación e instalación del tensiómetro

Para usar un tensiómetro, es necesario contar con un algicida para impedir que la punta con cerámica se obture, además de una bomba manual de vacío. También se necesita una barra de hierro del mismo grosor del tubo para introducirlo al suelo.

En los cultivos hortícolas con sistemas radiculares poco profundos con campo uniforme y sistema de riego permanente, se recomiendan instalar cuatro pares

tensiómetros del mismo tamaño por cada 35 ha; si el sistema radicular sobrepasa los 45 cm, entonces deben ser de diferentes tamaños. Uno se ubica a 30 cm y el otro entre 50 y 120 cm. Se ubican en dos estaciones (Fuelleo 1996, MIDA 1996).

En el caso de pequeñas extensiones como son las áreas en donde se cultiva tomate, con un par tensiómetros sería suficiente.

Interpretación de las lecturas del manómetro

La interpretación del manómetro dependerá de la textura del suelo, del cultivo y de la etapa fenológica en que se encuentre cuando se realice la lectura. Fueyo Olmo (1998), explica que la lectura alta del manómetro (70-80) en un suelo areno-limoso, tendría un 25% de agua disponible, sin embargo, para un suelo arcilloso esa misma lectura le indica que hay un 80% de agua disponible.

En el primer caso en tomate, con menos de 10 días después del trasplante, el agua podría ser suficiente; pero en el segundo caso, en esa etapa el agua es demasiada, lo que ocasionaría problemas de patógenos en el suelo. Sin embargo, si el tomate tiene de 55 a 60 días después del trasplante en el segundo caso, el agua es similar a las necesidades del cultivo en esa etapa fenológica.



Figura 8. a) Tensiómetros de 30 y 60 de longitud y b) manómetro y vacuómetro en el extremo superior.

SIEMBRA

Época de siembra

La fecha de siembra varía de acuerdo a las condiciones climáticas y en especial por la precipitación pluvial de la zona de producción. Para las áreas productoras de los distritos de Chitré, Los Santos, Guararé y Las Tablas se recomienda sembrar a partir del primero al 20 de diciembre para la industrialización. En el resto del país se puede sembrar durante todo el año, sin embargo por las condiciones climáticas predominantes en el distrito de Macaracas, se debe iniciar entre el 20 y 31 de diciembre y en el distrito de Tonosí se realiza del 20 de diciembre al 10 de enero para efectuar el trasplante a los campos de producción.

Si se cuenta con el sistema de techado se puede sembrar durante todo el año y dependerá de la demanda del producto en el mercado.

Preparación de semilleros

La producción y utilización de plantones vigorosos de buena calidad fitosanitaria es importante para el desarrollo de la actividad. La producción de plantones se desarrolla a partir de semillas certificadas y bajo condiciones controladas, utilizando casas de vegetación.

El riego se realiza con una frecuencia de dos veces al día, en horas tempranas de la mañana y frescas de la tarde, procurando que el sustrato se mantenga a una humedad adecuada para el óptimo desarrollo del plantón, durante

el tiempo que permanezcan en la casa de vegetación. El número de riegos puede aumentar o disminuir de acuerdo a las condiciones predominantes dentro de la casa de vegetación.

La siembra, utilizando semillas certificadas, previamente tratadas con fungicidas y bactericidas, debe realizarse en bandejas, por lo general son de polietileno y pueden variar en número de alvéolos. La forma de los alvéolos debe ser de cono con el fondo abierto para permitir el crecimiento de las raíces. Cada bandeja se rellena con sustrato estéril humedecido y compactado hasta las $\frac{3}{4}$ partes del alvéolo. Posteriormente, son colocadas las semillas a una profundidad no mayor al doble de su tamaño y se termina de llenar el alvéolo.

Las bandejas sembradas son colocadas sobre mesas bien niveladas para evitar daños y los plantones de tomate puedan desarrollarse al tamaño óptimo para el trasplante (Figura 9).

Trasplante

Las plántulas de las variedades IDIAP T-8 e IDIAP T-9 inician su trasplante de 18 a 21 días después de la siembra, cuando presentan de dos a tres pares de hojas. Al momento del trasplante en campo se efectúan hoyos a una distancia de 0.10 m en ambos lados de los góteros de la manguera de riego y a una profundidad similar a la de los alvéolos de las bandejas de semilleros aproximadamente de 0.08 a 0.10 m. Las labores de hoyado y trasplante en el área de siembra, previamente humedecido el suelo (Figura 10).



Figura 9. Producción de plantones de tomate industrial bajo casa de vegetación, a) bandejas con plantas en desarrollo y b) plántulas listas para el trasplante (18 a 21 días).



Figura 10. a) Apertura de los hoyos y b) trasplante de tomate variedad IDIAP T-9.

Densidad de siembra y arreglo topológico

Para obtener un rendimiento superior a 81.8 kg/ha se utiliza un arreglo topológico de 1.80 m entre mangueras y

0.30 m cada dos plantas, para ambos lados de los goteros de la manguera de riego, obteniendo una población de 37,000 plantas/ha (Figura 11).



Figura 11. Arreglo topológico para la variedad IDIAP T-9, a) mangueras de goteo separadas a 1.80 m y b) plantones separados a 0.30 m en ambos lados de los goteros.

BIBLIOGRAFÍA

- Cedeño, H; García, O. 2002. Riego por goteo, diseño, instalación, operación y mantenimiento. *In* Seminario sobre buenas prácticas agrícolas en cucurbitáceas (5-7 de junio de 2002, Chitré, Herrera, Panamá). Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria de exportación no tradicional-VIFINEX. Chitré, PA. 37 p.
- Corpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate (en línea). Centro De Inversión, Desarrollo y Exportación De Agronegocios. San Salvador, SV. Consultado 28 sept. 2015. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/33626068/Manual-Del-Cutivo-de-Tomate-WEB>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, IT). 2015. Maquinaria, herramientas y equipo. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Agricultura de Conservación (en línea). Consultado 22 sept. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/ag/ca/es/3e.html>
- Fueyo Olmo, MA. 1998. Manejo del riego con tensiómetros (en línea). Tecnología Agroalimentaria. CIATA, Edición especial. p.8-10. Consultado 22 de sept. 2015. Disponible en <http://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/1581/1/riego.pdf>
- Haifa Pioneering the Future. s/f. Recomendaciones nutricionales para tomate en campo abierto, acolchado o túnel o invernadero (en línea). Consultado 22 sept. 2015. Disponible en http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate_2014.pdf
- Hernández, A. 2016. Manual de Pozos Profundos de Agua (en línea). Productos y Servicios S.A. de C.V. Mexico. Consultado 22 jun. 2016. Disponible en http://www.academia.edu/7266239/MANUAL_POZOS_PROFUNDOS_DE_AGUA_Manual_de_Pozos_Profundos_de_Agua
- Him H, PV; García, N; Castillo, A; Nieto, A. 2011. Cultivar IDIAP T-9. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Him H, PV; Gutiérrez G; García, N; Castillo, A. 2004. Nueva alternativa para producción industrial de tomate. IDIAP T-7. Azuero, Panamá. *Ciencia Agropecuaria* (19): 121
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 1996. Cultivar de tomate IDIAP T-7. Plegable. Panamá.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2008. Cultivar de tomate IDIAP T-8. Plegable. Panamá.
- López Jareño, J. 2015. El Subsulado. Agro notas. Información Técnica para el Campo (en línea). España. Consultado 22 sept. 2015. Disponible en www.agronotas.es/A55CA3/Agronotas.nsf/titulo/subsolado
- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, PA). 1996. Guía Técnica de riego por goteo. Santiago, PA. 52 p.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Madrid, ES. Mundi-prensa. 793 p.
- Robinson, J. 2011. Riego para tomates producidos a campo abierto (en línea). Hortalizas. Consultado el 22 de sept. 2015. Disponible en <http://www.hortalizas.com/irrigacion/riego-por-goteo-para-tomates-producidos-a-campo-abierto/>

CAPÍTULO IV

FERTILIZACIÓN

José Ezequiel Villarreal Núñez¹, José Ángel Guerra Murillo²

Si un suelo con su fertilidad natural fuera capaz de aportar todos los nutrimentos que extrae un cultivo, no sería necesario aplicar fertilizantes. Sin embargo, en la práctica no es así; con el avance de la tecnología, la agricultura se intensificó y especialmente el cultivo de hortalizas, siendo el tomate una de ellas. Por tal razón, en la búsqueda de mayor rendimiento se han creado variedades más productivas, tolerantes a enfermedades, con estructuras que aprovechan mejor la radiación solar, capaces de soportar alta temperatura, condiciones adversas, entre otros. Todo lo anterior ha hecho que el cultivo de tomate necesite en la actualidad muchos más elementos nutritivos que aquellos que el suelo es capaz de aportar, en el período que lo requieren las plantas.

El conocimiento de los elementos minerales que requiere el tomate para su crecimiento, su ritmo de absorción en cada una de las etapas de su desarrollo, es fundamental para formular recomendaciones de fertilización. La decisión de los nutrimentos que aplicar, cantidad, época y forma, debe ser el resultado de un proceso de análisis que el técnico toma, considerando el medio en que se desarrollará el cultivo y los niveles de producción que desea alcanzar (Navarro y Navarro 2003).

A continuación, se describen algunas propiedades importantes que se deben conocer en cada suelo y las funciones de los macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento del cultivo.

NUTRIMENTOS ESENCIALES

En las plantas cultivadas se han descrito 16 nutrimentos, denominados esenciales, para que estas puedan completar adecuadamente su desarrollo. El 95% del peso fresco total de las plantas lo constituyen tres elementos, el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O); todos provenientes de la atmósfera, los que se incorporan

a las plantas mediante el proceso de la fotosíntesis. El carbono proviene del CO₂ del aire, en cambio el H₂ y el O₂ provienen del agua, la cual debe llegar al suelo para ser absorbida por las plantas y trasladada por su sistema vascular hasta las hojas donde se realiza el proceso fotosintético. El resto de los elementos, las plantas los toman desde el suelo en distintas cantidades, por ello se les agrupa en macroelementos para referirse a aquellos que los requieren en mayor cantidad, como es el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); y microelementos cuando son requeridos en pequeñas cantidades, como hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

Análisis de suelo

Para el establecimiento de un programa de fertilización que permita obtener altas producciones de tomate al menor costo posible, es necesario conocer la disponibilidad de nutrimentos en el suelo; esto se logra mediante análisis químicos. El análisis de suelo es la base para las recomendaciones de fertilización y se debe realizar previo al trasplante.

Lo más importante a la hora de analizar el suelo en el laboratorio es haber tomado una muestra representativa del terreno. La misma se obtiene a partir de varias submuestras, variando el número de éstas, según el tamaño y la homogeneidad del terreno. Es común tomar de 10 a 15 submuestras por hectárea, para luego mezclarlas en una muestra compuesta. La unidad de suelo escogida debe ser lo más homogénea posible, en caso contrario, deben tomarse muestras compuestas por separado. Además, cada submuestra debe ser del mismo volumen, para conformar la muestra compuesta (Guerrero 2004).

¹Ph.D. en Edafología y Química Agrícola. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e-mail: jevilla38@gmail.com

²Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com

pH del suelo

El pH es un parámetro que representa el grado de acidez o alcalinidad de un medio acuoso. Así, la solución del suelo puede poseer una preponderancia de iones H sobre OH (suelo ácido), o viceversa (suelo alcalino). Concentraciones iguales o cercanas, implican suelos neutros. La principal influencia del pH radica en la influencia que presenta sobre la asimilación de los distintos elementos y en la presencia de iones tóxicos. Los suelos minerales generalmente presentan valores de pH entre 4 y 10, pero lo normal es entre 4.5 y 8.5.

La asimilación de los elementos esenciales puede afectarse drásticamente por el pH del suelo, así como la solubilidad de algunos elementos que son tóxicos para el crecimiento de las plantas. El Fe, Mn, Cu y Zn, se hacen menos asimilables en la medida que el pH aumenta de 5 a 8. A niveles de pH por encima de 7, pueden aparecer deficiencias de estos nutrientes debido a la formación de complejos que precipitan y no les permite estar

disponibles en la solución del suelo. El aluminio, hierro y manganeso, con valores de pH menores de 5, están muy solubles en la solución del suelo y pueden causar toxicidad al cultivo.

El fósforo, en general poco soluble en el suelo, su aprovechamiento máximo se logra con valores de pH entre 6 y 7. En estos valores, la fijación por parte de las arcillas del suelo se encuentra en el mínimo. Si el pH sobrepasa de 7.3 el P forma compuestos cálcicos insolubles.

Los suelos de Panamá están constituidos, principalmente, por arcillas Caolinitas y Haloisitas, llamadas arcillas de baja reacción y tienen la particularidad que dependen del pH para determinar su forma de actuar. En suelos ácidos tienden a fijar el P aplicado al suelo dificultando su manejo (Villarreal 2012)

La mayor o menor disponibilidad de los nutrientes para las plantas está influenciada por el pH del suelo (Figura 12).



Fuente: Porta *et al.* 2003.

Figura 12. Influencia del pH sobre la disponibilidad de los nutrientes.

El encalado es la adición de algún compuesto que contiene calcio o calcio y magnesio, y que es capaz de reducir la acidez del suelo. La cal se refiere al carbonato de calcio, pero el término incluye universalmente materiales como cal dolomítica, cal apagada, óxido de calcio, sulfato de calcio (yeso), entre otros.

Entre los beneficios del encalado se indica que mejora el contenido de calcio y magnesio; la disponibilidad del fósforo, nitrógeno y molibdeno en suelos ácidos; la nitrificación; la eficiencia del potasio en la nutrición de la planta; la fijación del nitrógeno; incrementa la descomposición de la materia orgánica y reduce el exceso de manganeso, aluminio y hierro solubles en el suelo (Escalona *et al.* 2009).

La cantidad de cal que se debe aplicar dependerá de los niveles de saturación de aluminio, luego de realizar el análisis de suelo.

Contenido de materia orgánica

La materia orgánica en los suelos corresponde a una mezcla de sustancias de origen vegetal, animal y microbiano. Este material está en un activo estado de desintegración y sujeto al ataque por parte de microorganismos del suelo. Por lo tanto, es un constituyente del suelo que debiera irse renovando con la incorporación de rastrojos y compuestos orgánicos en general.

El proceso para incrementar el porcentaje de materia orgánica en un suelo es muy lento. La materia orgánica influye sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Su importancia se basa en las siguientes consideraciones (Escalona *et al.* 2009):

- La materia orgánica funciona como granulador de las partículas del suelo mejorando su estructura, que a su vez proporciona una mejor aireación del suelo.
- Es fuente de elementos nutritivos, especialmente nitrógeno, fósforo y azufre.
- Mejora la condición física del suelo aumentando su capacidad de retención de agua.
- Constituye la principal fuente de energía para los microorganismos del suelo, así es la principal responsable de la actividad biológica de los mismos.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.

FERTILIZACIÓN DE BASE

La fertilización del cultivo dependerá del análisis de fertilidad de suelos. Los muestreos y análisis de tejido foliar resultan de utilidad para la detección oportuna de posibles deficiencias nutricionales que pudieran alterar el normal crecimiento del cultivo a nivel de campo. Las muestras de tejido foliar deben obtenerse de plantas en la etapa antes de la floración, colectando hojas maduras.

Resultados obtenidos en investigaciones sobre requerimientos nutricionales del cultivo de tomate, indican que en suelos de fertilidad media, se requiere aplicar como fertilización base 120 kg de N, 240 kg de P (P_2O_5) y 120 kg de K (K_2O), que corresponden a 1.0 tonelada de abono completo 12-24-12 (Gordon *et al.* 2008). Esto no incluye las necesidades adicionales de nutrientes que deben ser aportadas por medio del fertirriego.

La fertilización se puede realizar mecánicamente, con abonadora acoplada al tractor o mediante la aplicación manual al momento de la siembra (Figura 13).

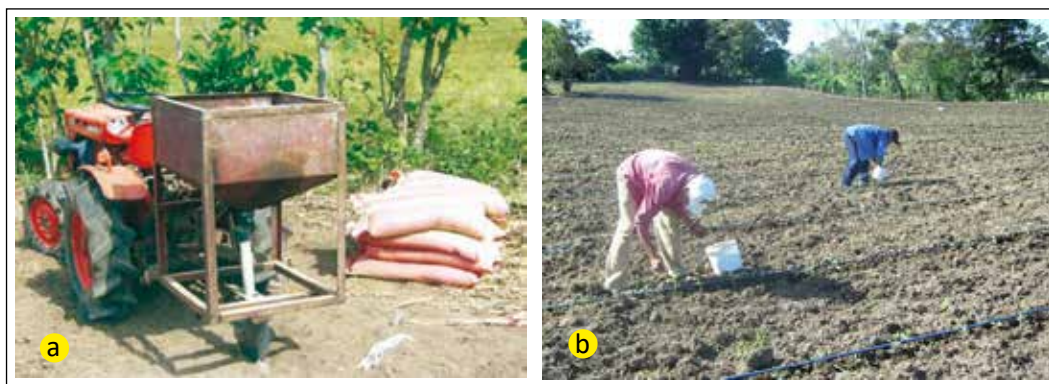


Figura 13. Aplicación de fertilizante, a) con abonadora acoplada al tractor o b) manual, previo al trasplante.

Requerimientos nutricionales

Dependiendo de la variedad de tomate a sembrar y el tipo de manejo, así es la demanda nutricional; sin embargo, los requerimientos del cultivo en kg/ha son (Pérez *et al.* 2003):

N	P	K	Ca	Mg	S
235	230	145	54	25	22

El orden de extracción de nutrientes por la planta de tomate en forma decreciente es N, P, K, Ca, Mg y S.

A continuación, se describen las funciones de los principales macro y micronutrientes, síntomas de deficiencias y aplicaciones en exceso según Escalona *et al.* (2009).

Macronutrientes

Nitrógeno (N)

Funciones

- Es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de la planta.
- El tomate es sensible a la deficiencia de nitrógeno en la fase vegetativa y durante la maduración.

Deficiencia

- La falta de N afecta el desarrollo de la planta, el follaje se vuelve verde pálido o amarillo, las hojas jóvenes y las ramificaciones son finas.
- Se produce una floración tardía y disminución en el peso de los frutos.

Síntomas de exceso

- El exceso de N desequilibra la disponibilidad de K y P, y trae como consecuencia un excesivo desarrollo vegetativo perjudicando la fructificación.
- Se producen frutos huecos y livianos, con poco jugo, pocas semillas, tallos succulentos, las hojas crecen excesivamente y la planta se vuelve susceptible a enfermedades.
- En suelos arenosos se debe adicionar abonos orgánicos y fraccionar el fertilizante.

Fósforo (P)

Funciones

- En el cultivo de tomate es necesario aplicar este elemento antes del trasplante o a la siembra, debido a los problemas de asimilación por parte de las raíces.
- Una buena disponibilidad de P acelera el desarrollo radicular de la planta, la fructificación es temprana, mejora la producción y la calidad del fruto.

Deficiencia

- La falta de P disminuye la absorción de nitrógeno, provocando la reducción del crecimiento.
- Reduce la floración, fructificación y desarrollo de los frutos.
- Los síntomas característicos de la deficiencia de fósforo es la coloración rojiza o púrpura (violáceo) en las hojas jóvenes y en el envés o parte dorsal de la hoja (Figura 14).



Figura 14. Deficiencia de fósforo (P).

Potasio (K)

Funciones

- Este elemento es necesario para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, coloración y brillantez de los frutos.
- Ayuda a eliminar la acción perjudicial de otros elementos, favoreciendo la asimilación de los minerales esenciales.

Deficiencia

- Su carencia se manifiesta en la reducción del crecimiento de los tallos.
- El potasio juega un papel importante en la cantidad de azúcares que acumula el fruto; al igual que el P, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitamina C.

Calcio (Ca)

Funciones

- Estimula la formación de raíces y hojas, es esencial para las paredes celulares.
- Provee energía a las células y regula el flujo de nutrientes hacia ellas.

Deficiencia

- La deficiencia de calcio provoca marchitamiento de la planta, muerte de la parte superior del tallo y de los puntos de crecimiento.
- La pudrición apical se debe a una deficiencia localizada de calcio; los frutos en estado verde sazón, muestran el tejido de la base hundida y dura, con una coloración que cambia de verde a negro (Figura 15).
- Las deficiencias se manifiestan en suelos muy ácidos o con poca humedad.



Figura 15. Deficiencia de calcio (Ca).

Magnesio (Mg)

Funciones

- Es un componente de la clorofila, el pigmento verde de las plantas.
- La clorofila es esencial para el proceso de fotosíntesis, mediante el cual las plantas combinan dióxido de carbono y agua para formar azúcares.

Deficiencia

- Se presentan con mayor frecuencia en suelos ácidos, arenosos, deficientes en calcio.
- En la etapa de crecimiento aparece una clorosis en la punta de las hojas inferiores, evidenciándose entre las nervaduras (Figura 16), pero en estados avanzados toda la hoja se torna de color amarillo. Este síntoma se extiende a las hojas medias, en la etapa de fructificación, donde la clorosis se hace más evidente, y las hojas más bajas de la planta adquieren un color morado.

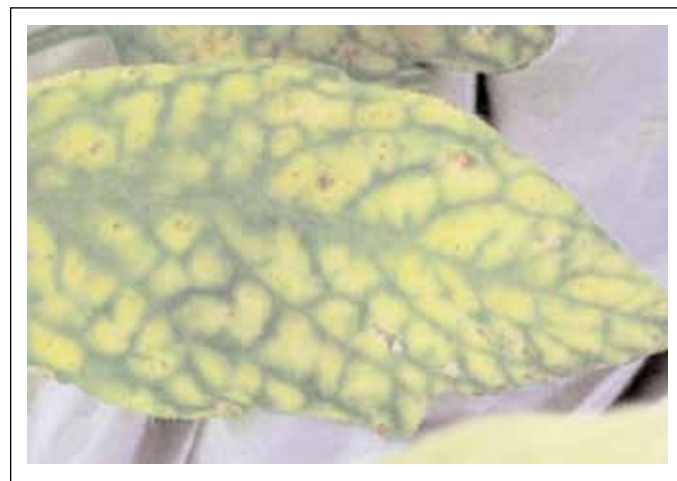


Figura 16. Deficiencia de magnesio (Mg).

Azufre (S)

Funciones

- Es vital para el crecimiento de la planta y para el desarrollo de proteínas y semillas.
- Participa en la formación de ácidos amínicos, vitaminas, clorofila y facilita la asimilación del nitrógeno.
- El contenido de azufre en los suelos orgánicos puede llegar hasta un 1%, mientras que en los suelos inorgánicos oscila entre 0.02 y 0.2%.

- En regiones de alta precipitación el azufre es eliminado de la capa superficial del suelo.

Deficiencia

- Los síntomas visuales por deficiencia de azufre son amarilleamiento intervenal en las hojas, enrojecimiento de los pecíolos y tallos, entrenudos cortos y hojas pequeñas.
- Las hojas jóvenes y próximas a las yemas son las más afectadas; bajo condiciones de deficiencia se reduce el rendimiento y la calidad de los frutos.

Micronutrientes

Los micronutrientes son un grupo de elementos químicos necesarios para el buen desarrollo de la planta. La carencia de un microelemento puede ser provocado por el exceso de otro, que realiza sobre la planta una acción de bloqueo. En el suelo influye el pH alto (7.5) provocando la carencia de Mn, Cu, Zn, Fe, B, Mo en la planta, mientras que un pH bajo (<5.5) puede provocar carencia de Mo.

En los suelos arenosos puede haber ausencia de Mn, Cu, Zn, B, Mo y S, ya que son lavados con facilidad. Los microelementos que exige el tomate son: B, Mn, Zn y Fe.

Boro (B)

Funciones

- Formación del ARN que es esencial en el desarrollo de nuevos tejidos.
- Regula la formación de la pared celular, favoreciendo su lignificación.
- Es esencial para la buena polinización, favorece el cuajado de flores, frutos y el desarrollo de la semilla.
- Interviene en la división celular, traslocación de azúcares, almidones y metabolismo de carbohidratos y proteínas.

Deficiencia

- La deficiencia de boro se manifiesta en hojas y tejidos jóvenes que se atrofian y se deforman.
- Su carencia perturba el crecimiento celular, provocando la muerte en los puntos de crecimiento, tanto en el tallo como en la raíz.

- También, se observa un retraso en el desarrollo de las yemas florales, desintegración del tejido radicular, destrucción y ennegrecimiento de los tejidos más blandos (Figura 17).

Síntomas de exceso

- El exceso de B produce clorosis y quemaduras en los bordes de las hojas. Los tejidos adquieren un color negro oscuro, corteza hinchada y frutos deformes que maduran prematuramente.



Figura 17. Muerte apical por deficiencia de boro (B).

Hierro (Fe)

Funciones

- El papel principal del Fe, es la intervención en las reacciones de óxido-reducción del metabolismo energético respiratorio celular y en las reacciones de fosforilación oxidativa de la fotosíntesis, debido a su capacidad para intercambiar electrones. Es parte fundamental de las enzimas de la cadena respiratoria y actúa como cofactor de esas enzimas.
- Actúa como cofactor de los procesos de formación de la clorofila y del resto de compuestos que intervienen en la fotosíntesis.

- Funciona como cofactor de la actividad metabólica de las enzimas del proceso respiratorio y metabólico del N.

Deficiencias

- Clorosis internerval en hojas nuevas, los nervios permanecen verdes.

Síntomas de exceso

- Es poco frecuente la toxicidad por exceso de Fe en las plantas. Sólo ocurre bajo condiciones anaeróbicas donde el Fe (III) es reducido a Fe (II) que se acumula e incrementa la solubilidad del Fe en el suelo.
- Se forman pequeños puntos rojizos o pardos en la base de las hojas.

Manganeso (Mn)

Funciones

- Participa en procesos metabólicos importantes de la planta: fotosíntesis, metabolismo de los carbohidratos.
- Interviene en la síntesis de clorofila e igualmente en los mecanismos de asimilación de nitrógeno de las plantas.
- Sirve para activar las enzimas que participan en los procesos de óxido reducción de la cadena respiratoria, descarboxilación e hidrólisis. Además, fomenta la resistencia contra plagas y enfermedades.

Deficiencia

- Un déficit de manganeso disminuye la actividad fotosintética de la planta, manifestándose como una decoloración verde pálido y manchas cloróticas de tejido muerto entre las nervaduras de las hojas jóvenes.
- En las hojas viejas, aparecen manchas intervenales bastante difusas, no se observa una separación entre el tejido sano y el clorótico.
- La deficiencia ocurre en suelos sumamente limosos, las hojas jóvenes se observan similares a las que tienen deficiencia de hierro, con excepción que las venas se conservan verdes.

Síntomas de exceso

- El exceso de Mn origina un desequilibrio nutritivo, manifestándose los mismos síntomas que la deficiencia en Fe.

Cobre (Cu)

Funciones

- Es un microelemento que constituye ciertas enzimas.
- El cobre enlazado participa en enzimas de óxido reducción.
- Forma parte de los compuestos de la cadena transportadora de electrones entre los fotosistemas (I y II), siendo clave en la estructura del principal compuesto redox: la plastocianina.

Deficiencia

- En la deficiencia de Cu, las hojas se colorean de verde muy oscuro, se doblan o enrollan, mostrando manchas necróticas.
- En general, las plantas presentan raramente deficiencia en Cu, ya que este elemento se encuentra disponible en casi todos los suelos. El conocimiento sobre la deficiencia de Cu se pone de manifiesto en los cultivos hidropónicos.

Molibdeno (Mo)

Funciones

El Mo se considera un elemento relativamente raro: su contenido en la litósfera es 2.3 ppm; en los suelos varía entre 0.2 a 5 ppm. Grandes cantidades de Mo, pueden ser absorbidas por la planta sin presentar efectos tóxicos; entre sus funciones en la planta se tienen las siguientes:

- En las plantas superiores gran parte del Mo se encuentra en la enzima nitrato reductasa en las raíces y tallos. El nitrato reductasa de las hojas, se encuentra como una molibdoflavoproteína, la cual está asociada con la envoltura de los cloroplastos.
- En las plantas fijadoras de nitrógeno (leguminosas como el frijol y la soya), se encuentra en la enzima nitrato reductasa en las raíces noduladas y en la enzima nitrogenada de los bacteriodes nodulares. La

nitrito reductasa es la única enzima con Mo en las plantas superiores, mientras que la nitrogenasa que también contiene Mo, es una enzima constituyente de las bacterias simbióticas y los actinomicetos. Las plantas superiores pueden crecer en ausencia de Mo, si se le suministra nitrógeno en forma de (NH₄⁺).

Deficiencia

- Los síntomas de deficiencia en las plantas, se observan como marchitamiento de las hojas, clorosis con una coloración bronceada que termina en necrosis; las raíces se vuelven enanas, pero gruesas.

Zinc (Zn)

Funciones

El cinc constituye cerca de 65 g/t de la corteza terrestre (0.0065%). La abundancia del cinc en la litosfera es de 8 ppm y los suelos normales contienen entre 10 a 30 mg/kg de cinc total. El cinc es un microelemento esencial que presenta las siguientes funciones en las plantas:

- Actúa como cofactor enzimático, con muchas funciones para la actividad, regulación y estabilización de la estructura proteica.
- Se encuentra en forma enlazada en la estructura de tres tipos de enzimas vegetales: deshidrogenasa alcohólica, anhidrasa carbónica y la dismutasa de superóxidos.
- El cinc es un micronutriente activo en el desarrollo de los cloroplastos, contenido de proteínas y ácidos nucleicos.

Deficiencia

- Los síntomas de deficiencia de Zn observados en forma primaria, se refieren a hojas pequeñas y en rosetas en los árboles frutales, resultando en la reducción del tamaño de las hojas y de los entrenudos.
- Presencia de hojas moteadas, clorosis y achaparramiento de la planta, observándose también bandas amarillas o blancuzcas en las hojas.

Fertilización orgánica

La fertilización orgánica no es más que la adición de nutrientes al suelo a partir de materia orgánica

descompuesta como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, compost, abonos verdes, entre otros. El manejo de la materia orgánica busca el equilibrio de nutrientes en el suelo y disminuye la utilización de abonos químicos, reduciendo el costo de producción.

Es necesario realizar un análisis químico del contenido mineral del abono orgánico, para determinar la dosis a utilizar para que supla las necesidades nutricionales del cultivo de tomate.

La recomendación general es de 4 a 10 t/ha aplicada a la siembra, 20-25 días después de la siembra y antes de la floración.

En esta temática, en la estación experimental El Ejido del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero, IDIAP, en investigaciones realizadas en el cultivo de ají (*Capsicum annuum*), se obtuvieron 15 t/ha reemplazando la fertilización química base por 5 t/ha de lombríhumus bovino (Guerra *et al.* 2014).

FERTIRRIEGO

A partir del desarrollo vegetativo, el suministro de nutrimentos a la planta es realizado mayormente a través del sistema de riego por goteo (fertirriego y en menor grado en forma foliar).

Después de 14 a 16 días después del trasplante (ddt), se recomienda la aplicación de 115 kg de nitrógeno hasta 68 días; además, 25 kg de magnesio de 14 a 16 ddt hasta 32 ddt. Adicional, se recomienda aplicar 22 kg de azufre durante el mismo período. Todo esto por hectárea y el rango puede variar dependiendo del análisis foliar, del desarrollo de la planta y condiciones del cultivo (Guerra y Aguilera 2010).

En relación al calcio, se recomienda aplicar 54 kg/ha de 30 a 58 ddt; además, 25 kg/ha de potasio de 48 a 68 ddt.

Es importante considerar durante todo el ciclo del cultivo, el muestreo de la relación N/K y otros ajustes a la fertilización foliar, a través de los muestreos y análisis de tejido foliar, realizados antes de la fase de floración. De estos análisis surgen las recomendaciones para la aplicación de los fertilizantes foliares que se consideren necesarios para lograr el mejor desarrollo y rendimiento del cultivo (Cuadro 2).

CUADRO 2. CANTIDAD DE NUTRIMENTOS RECOMENDADOS, SEGÚN ETAPA FENOLÓGICA PARA TOMATE INDUSTRIAL.

Nutrimento	Necesidades por etapa fenológica (kg/ha)		
	Plántula	Vegetativa	Reproductiva
N	120	90.00	30.00
P	240	5.91	5.91
K	120	15.00	10.00
Ca		27.00	27.00

BIBLIOGRAFÍA

- Benavides, A; Robledo, V; Ramírez, H; Sandoval, A. 2010. Producción de tomate en el norte de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, MX. 227 p.
- Escalona, V; Alvarado, P; Monardes, H; Urbina, C; Martín, A. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Nodo hortícola, VI Región. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 60 p.
- Gordón, R; Castillo, A; Name, B. 2008. Determinación del nivel óptimo de abono completo en el cultivo de tomate en la región de Azuero. In III Congreso Científico de Investigación e Innovación (2008, Río Hato, Coclé, Panamá). IDIAP, PA. Disco compacto.
- Guerra, J; Aguilera, V. 2010. Manejo integral del tomate industrial. Manual técnico. 2 ed. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 56 p.
- Guerra, J; Villarreal, N; Samaniego, R; Sánchez, D; Barahona, L; Batista, A; Castillo, G; Agurto, J; González, F. 2014. Demostración de resultados de alternativas tecnológicas orgánicas en la producción de ají durante la época seca. Informe técnico. *sin publicar*.
- Guerrero, F. 2004. El diagnóstico cuantitativo de la fertilización del suelo. In Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, CO. p. 12-17. (Boletín de Suelos no. 42).
- Navarro, S; Navarro, G. 2003. Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2 ed. Mundi Prensa, Madrid. 438 p.
- Pérez, J; Hurtado, G; Aparicio, V; Argueta, Q; Larin, M. 2003. Cultivo de tomate. Guía técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). San Salvador, SV. 48 p.
- Porta, J; López, M; Roquero, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Editorial Mundi Prensa, 3ª edición. Barcelona. 929 p.
- Villarreal, J. 2012. Determinación de la adsorción máxima de fósforo en suelos de Panamá mediante isotermas de Langmuir. In LVII Reunión Anual del PCCMCA. 23 – 27 de abril de 2012. Ciudad de Panamá. Resúmenes.

CAPÍTULO V

MANEJO DE INSECTOS

José Ángel Guerra Murillo¹, Vidal Aguilera²

El cultivo de tomate es afectado por diferentes especies de insectos que causan pérdidas de consideración económica, principalmente en los casos donde falta contemplar medidas preventivas de manejo y control.

El manejo y control de los insectos plagas en el cultivo de tomate, deben atenderse bajo el concepto de manejo integrado de plagas (MIP), considerando los aspectos socioeconómicos y ambientales como tipo de suelo, condiciones climáticas y calidad de agua para riego, entre otros.

Para efectos de este manual “plaga es el término que se refiere a todo organismo competidor o antagónico con el cultivo, como son los insectos, ácaros, nematodos, virus, micoplasmas, hongos y bacterias” (CATIE 1990).

El muestreo periódico es la principal medida preventiva para detectar y confirmar oportunamente la presencia de plagas o patógenos, niveles de daño, infestación, incidencia y severidad, que serían capaces de ocasionar pérdidas de importancia económica en el cultivo.

Los métodos de muestreo varían de acuerdo a la plaga o patógeno, fase fenológica del cultivo y órgano de la planta afectado (raíces, tallos, hojas, flores y frutos). La información obtenida de los muestreos permite sustentar la elección y aplicación de la alternativa de manejo y control viable desde el punto de vista económico, ecológico y de inocuidad.

En caso de la aparición de síntomas de daño por insectos o enfermedades, es recomendable buscar la asesoría técnica necesaria para el diagnóstico, confirmación y recomendación de las alternativas de manejo y control adecuadas para la plaga identificada.

En general, el cultivo de tomate es afectado por diversas plagas de insectos, entre las cuales existen especies que de acuerdo a su importancia económica y frecuencia de aparición se pueden clasificar en primarias, secundarias y ocasionales. Las mismas se describen continuación:

Mosca blanca

***Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)**

Es la plaga insectil más importante del tomate, siendo el principal daño, la transmisión de begomovirus. Este insecto tiene la capacidad de alimentarse y reproducirse en más de 500 especies de plantas cultivadas y silvestres, lo que dificulta su control por medio exclusivo de insecticidas (CATIE 1996).

Biología

La mosca blanca presenta una metamorfosis incompleta, pasando por los estadios huevo, ninfa y adulto. La hembra pone sus huevos en el envés de las hojas o parte posterior de la planta hospedera, principalmente en las hojas superiores eclosionando a los cinco días. Una sola mosca blanca puede poner aproximadamente 160 huevos durante toda su vida.

El estadio ninfal o fase inmadura tiene una duración de 12 a 28 días (Figura 18). Los machos tienen una longevidad de 13 días y las hembras entre 38 y 74 días (Hilje 1995).

Un aspecto importante en la reproducción de este insecto, es que la hembra puede procrear sin participación o fecundación del macho, mediante un fenómeno denominado partenogénesis, resultando la descendencia de individuos machos (Hilje 1995).

¹Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com

²M.Sc. en Protección Vegetal. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e-mail: vidalaguilera@gmail.com

Ecología

La mosca blanca es afectada significativamente por la cantidad y distribución de lluvias. Generalmente, las poblaciones disminuyen durante la época lluviosa y se incrementan en la época seca, ya que predomina la alta temperatura y baja humedad relativa.

El viento juega un papel importante debido a que actúa como medio de propagación de un campo hacia otro o favorece la dispersión a grandes distancias.

Daños

El daño principal que causa *B. tabaci* en tomate es la transmisión de begomovirus. Los adultos y ninfas se alimentan mediante la succión de nutrimentos del follaje, secretando una mielecilla, que cuando se presenta un alto nivel poblacional, favorece el desarrollo del hongo *Capnodium* sp., que produce la enfermedad conocida como fumagina, cuyas estructuras cubren la lámina foliar disminuyendo la capacidad fotosintética (Figura 19). Aunque el hongo, no es parásito de plantas, las estructuras del hongo afectan el área foliar y reducen el valor comercial de los frutos ya maduros, cuando estos también son afectados (Agrios 1989).

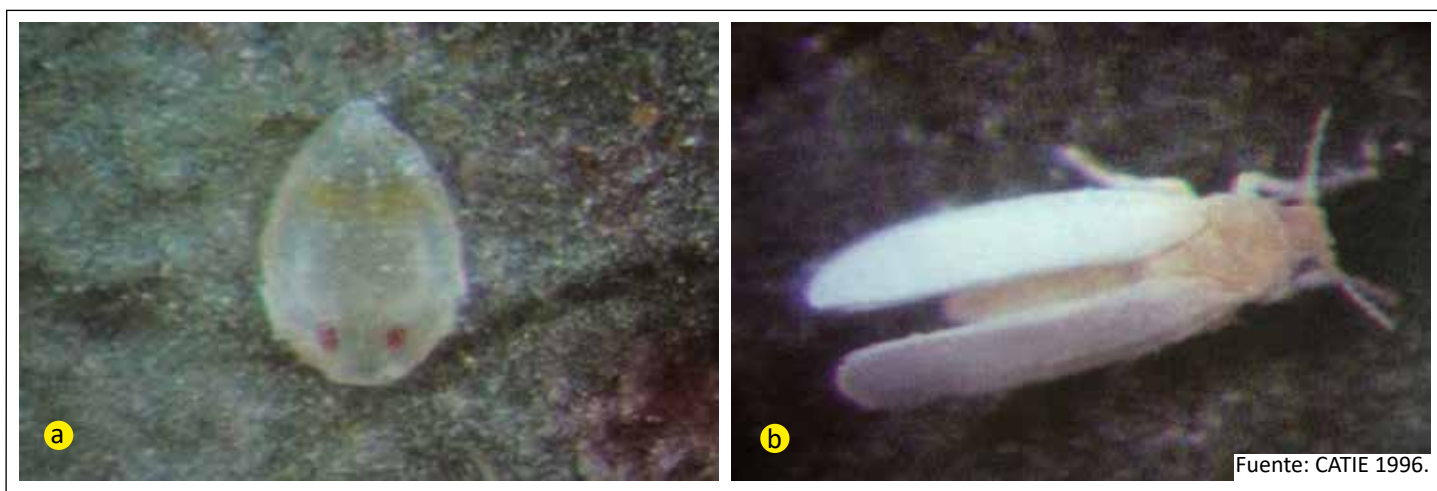


Figura 18. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en estado: a) inmaduros o ninfas y b) adulto.



Figura 19. Crecimiento de la fumagina sobre el a) follaje y b) fruto.

Otra particularidad, es que genera toxinas causantes en el fruto del síndrome de la maduración irregular, que consiste en la aparición de bandas longitudinales amarillentas en la parte exterior y blanquecina en el tejido interior, sin que los lóculos llenen completamente (Figura 20), reduciendo el valor comercial del fruto (CATIE 1996).



Fuente: Hilje 1995.

Figura 20. Síndrome de la maduración irregular del tomate causada por *Bemisia tabaci*.

Manejo preventivo

Debido a que la mosca blanca es el vector principal de muchos virus, se utiliza un nivel crítico de cero tolerancia en semilleros y plantas recién trasplantadas.

Debido al comportamiento ecológico de la mosca blanca, se requiere de un manejo integral, basado principalmente en tácticas y estrategias que prevengan el daño por transmisión de virus. Algunas estrategias de control se describen a continuación:

Control biológico

Existen enemigos naturales nativos que ayudan a reducir las poblaciones del insecto, encontrándose depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos. Se han encontrado en la región de Azuero dos géneros de parasitoides de mosca blanca: *Encarsia* sp. y *Eretmocerus* sp. (González *et al.* 2009).

Además, se han encontrado otros depredadores como el mírido *Macrolophus pygmaeus* (*M. caliginosus*), reportado por primera vez en el cultivo de tomate por González y Guerra (2001).

Por otro lado, existen reportes de los hongos *Aschersonia aleyrodis*, *Verticillium lecanii*, *Phaeoilmomyces fumososeus*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, atacan a *B. tabaci*, tanto en invernadero como en campo (Shannon 1996). En el mercado nacional se encuentran algunos productos comerciales a base de *B. bassiana*, *V. lecanii* y *M. anisopliae*.

Control químico

Debido al nivel de cero tolerancia de este insecto en el tomate, es necesario la aplicación de insecticidas a base de imidacloprid, acetamiprid, tiametozam u otro similar al momento del trasplante. Estas aplicaciones deben ser dirigidas a la base de la planta, de manera que el insecticida sea traslocado a todas las partes vegetativas sin afectar a los enemigos naturales de la mosca blanca.

Después que haya pasado el efecto residual del plaguicida, se pueden utilizar otros insecticidas orgánicos como el tiocyclan-hidrógeno oxalato o productos formulados a base de neem (*Azadirachta indica*), complementado con jabón y aceites agrícolas (Cuadro 3).

Gusanos del fruto

Helicoverpa zea y *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)

En Centro América se han reportado estas dos especies atacando tomate, predominado *H. zea*, ambas especies presentan metamorfosis completa (CATIE 1990, Saunders *et al.* 1998.)

Biología

El adulto deposita aisladamente un huevo en brote, hoja o fruto y tarda de dos a cinco días en eclosionar. La larva atraviesa por cinco a seis estadios, midiendo de 3 a 4 cm de longitud, cuando está completamente desarrollada. El color varía entre amarillo, marrón verde a casi negro, con líneas longitudinales amarillas o rojas. *H. zea* presenta pequeños puntos moteados o puntos negros (Figura 21), los cuales pueden o no observarse en las larvas de *H. virescens*, y pelos de unos 4 mm de longitud, cuando alcanzan la madurez. Este estadio puede durar de 14 a 25 días (Turcios Samayoa 2001).

Las pupas son de color café brillante, miden entre 1.5 y 2 cm de largo y se ubican en celdas entre 3 y 20 cm de

profundidad en el suelo. La duración del estadio es de 10 a 14 días.

Los adultos tienen una extensión alar de 3 a 4 cm, con alas delanteras de color paja verdosas o pardo con líneas transversales más oscuras. Las alas posteriores son de color claro o pálidas con márgenes oscuros.



Figura 21. Larva de *Helicoverpa zea* en tomate.

Ecología

Es una plaga generalista que puede hospedarse en el tomate, maíz, sorgo, algodón, tabaco y leguminosas. En las plantas de tomate las larvas del primer estadio se mueven hacia los frutos más cercanos y en su ausencia, perforan los botones florales.

Daño

Las larvas se alimentan de las hojas, brotes terminales y frutos. Las últimas fases larvarias resultan las más voraces y destructivas debido a que perforan los frutos, originando cavidades que facilitan la entrada de patógenos que promueven pudriciones. Los frutos con este tipo de daño generalmente pierden su valor comercial (Figura 22).

El umbral de daño económico para esta plaga es de una larva de *H. zea* por cada cinco plantas de tomate examinada.

Control biológico

Una de las principales estrategias, es el uso racional de plaguicidas, de manera que minimice el daño a la fauna benéfica.

Existen enemigos naturales que ayudan a reducir las poblaciones de esta plaga. La mayoría son parasitoides y depredadores, entre los que se cuentan *Trichogramma*

sp., *Campoletis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Eucelatoria* spp., entre otros. También es importante la labor depredadora de los géneros *Orius*, *Rhynacloa*, *Akynysus* y *Zelus* (Korytskoswski 2003).

Las larvas pequeñas son susceptibles a bio-insecticidas formulados con la bacteria *Bacillus thuringiensis*.



Figura 22. Larva y daño ocasionado por *Heliothis virescens* en tomate.

Control químico

Es la última alternativa en el manejo de insectos y se realiza cuando las medidas de control han sido insuficientes. Se comprueba la presencia de la plaga y las aplicaciones de insecticidas deben dirigirse al follaje para el control de las primeras fases biológicas del insecto, antes que penetren los frutos.

Se recomienda aplicar cuando se encuentren tres brotes infestados por cada 30 brotes revisados al azar en diferentes áreas del campo. Una vez que haya ocurrido la mayor fructificación, se pueden tomar como referencia el muestreo de 25 frutos al azar y si se encuentran dos o más frutos con daño fresco, se debe aplicar el control (CATIE 1990, Guerra *et al.* 2011). Los intervalos de aplicación pueden ser de ocho a 10 días, resultan de mucha importancia para evitar la acumulación de residuos tóxicos indeseables en los frutos.

Las aplicaciones se deben realizar en horas tempranas de la mañana o al atardecer para alcanzar algún efecto de control en adultos.

El Cuadro 3 presenta algunos de los insecticidas recomendados para el control de este insecto.

Gusano de fruto o Langosta *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae)

Según Saunders *et al.* (1998) es una plaga insectil de metamorfosis completa que ataca varias especies de cultivos y malezas. En el tomate la más agresiva es *S. eridania*.

Biología

En condiciones ambientales favorables esta plaga completa su ciclo biológico en el término de 20 a 40 días. Las hembras, generalmente, depositan de 50 a 300 huevos en masa en el envés de las hojas, protegidos por una cubierta sedosa, los cuales, dependiendo de la especie, eclosionan entre tres y ocho días.

El período larval pasa por cinco a siete estadios, de los cuales, los primeros tienen hábitos gregarios, pero luego se dispersan. Las larvas completamente desarrolladas alcanzan longitudes de 3 a 4 cm y dependiendo de la especie, esta fase dura entre 10 y 21 días. Las pupas de color café, miden entre 1.5 y 2.5 cm, se encuentran en el suelo, generalmente, en celdas terrosas o capullos sueltos y esta fase dura entre seis y 14 días (CATIE 1990, Saunders *et al.* 1998.)

Los adultos presentan una extensión alar variable entre 2.5 cm (*S. exigua*) y más de 4 cm (*S. latifascia*). El primer par de alas es gris o café con diversas ornamentaciones y el segundo par, es de color blanco o claro.

Ecología

Estos lepidópteros son polívoros y pueden alimentarse de cualquier especie de planta, preferiblemente dicotiledóneas. La infestación inicial en el tomate con frecuencia proviene de otros cultivos y malezas hospedadoras como *Amaranthus spinosus* (bledo) y *Portulaca* sp. (verdolaga).

Daño

La larva de *Spodoptera* sp. daña el follaje y fruto (Figura 23), ocasionando una defoliación severa que puede provocar la muerte de la planta joven o perjudicar el crecimiento y vigor en forma significativa. En ocasiones afecta la epidermis de la base del tallo, perfora el tallo y causa daños a las raíces y flores.



Figura 23. Daños causados por *Spodoptera* spp. en a) las hojas y b) el fruto.

Control biológico

Existen enemigos naturales, parasitoides y depredadores, que ayudan a reducir las poblaciones de esta plaga.

Entre los parásitos que afectan a esta plaga se encuentran *Trichogramma* sp., que parasita los huevos del insecto y *Apanteles* spp., avispa que parasita las larvas en sus diferentes estadios. También, se pueden utilizar algunos hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y productos formulados en base a la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Cave 1995, CATIE 1990, Saunders *et al.* 1998.)

Otra de las estrategias para contribuir al control biológico, es el uso racional de plaguicidas de manera que se minimice el daño a la fauna benéfica.

Control químico

Una vez que haya ocurrido la mayor fructificación, se pueden tomar como referencia el muestreo de 25 frutos al azar y si encuentran dos o más frutos con daño fresco, se debe recomendar la aplicación para el control (CATIE 1990). La detección de las masas de huevos sobre el follaje es otro indicativo de un potencial brote de daño; dependiendo de la abundancia, puede estimarse la magnitud de la infestación y decidir aplicar el control antes de la eclosión, con insecticidas de ingestión tales como *B. thuringiensis* o *spinosad*, entre otros. Los intervalos de aplicación pueden ser de ocho a 10 días y deben efectuarse en horas tempranas de la mañana o al atardecer permitiendo alcanzar algún efecto de control sobre el insecto adulto.

Minador o Mosca minadora***Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae)**

Es una plaga sin mucha importancia (Saunders *et al.* 1998). Sin embargo, producto de la eliminación de enemigos naturales, debido al uso indiscriminado de plaguicidas se ha convertido en causante de grandes daños en las hortalizas.

Biología

El adulto pone los huevos blanquecinos y transparentes, de forma individual en el envés de las hojas. Cuando están a punto de eclosionar de dos a cinco días después, se tornan pequeños y opacos. Las larvas de color amarillo son más o menos cilíndricas de aproximadamente 2 mm de largo. Cuando están maduras abandonan las hojas y caen al suelo. Este estadio tiene una duración de cinco a siete días. Antes del estadio pupal, pasa por un período de prepupa, que ocurre cuando la larva deja de alimentarse, sale del túnel, perfora la hoja y queda pegada a la hoja o cae al suelo. Luego, reduce su longitud, cambia de color y se convierte en pupa propiamente dicha. Este estadio puede durar entre ocho y 12 días (Morales *et al.* 1994, Saunders *et al.* 1998, CATIE 1990).

El adulto es una mosquita de 2 mm de largo, de color negro con tonos amarillos. Emerge durante las primeras horas de la mañana.

Ecología

La mosca minadora está distribuida desde los Estados Unidos hasta América del Sur y El Caribe. Este insecto que tiene muchos enemigos naturales y su población depende en gran parte de la abundancia de sus antagonistas.

Generalmente, la mayor actividad del adulto dentro del cultivo ocurre a tempranas horas de la mañana y no se mueve de noche (Morales *et al.* 1994).

Otras plantas y especies hospederas importantes son cultivos como la papa, frijol, cucurbitáceas, berenjena, ají, remolacha, habichuela, repollo, coliflor y plantas ornamentales (Saunders *et al.* 1998, Morales *et al.* 1994, CATIE 1990).

Daño

La larva del insecto mina la hoja construye galerías que al unirse reducen el área foliar (Figura 24). Cuando las poblaciones son excesivas, pueden provocar la muerte y caída de las hojas, causando finalmente defoliación total y quemaduras del fruto por la exposición a los rayos solares.



Figura 24. Lámina de la hoja con daños provocados por *Liriomyza* spp.

Control biológico

Se reportan más de 40 especies de enemigos naturales de *Liriomyza* spp., que reducen considerablemente la población del insecto. Morales *et al.* (1994) en Cerro Punta - Panamá, identificaron los siguientes enemigos naturales: *Opius* sp., *Halticoptera* sp., *Diglyphus* sp. y *Oenonogastra* spp.

Control químico

Con abundancia de enemigos naturales de este insecto plaga en el campo, no es necesario aplicar control químico contra el mismo. Sin embargo, antes de implementar esta estrategia es necesario hacer muestreos periódicos utilizando trampas amarillas con grasa u observación directa de larvas sobre la lámina foliar.

Las trampas pegantes darán referencia sobre la población del adulto. Si el control natural del insecto es insuficiente, se pueden aplicar insecticidas a base de tiocyclan-hidrógeno oxalato y abamectina, entre otros (Cuadro 3).

Enrollador o Gusano alfiler
***Keiferia licopersicella* (Walsingham)**
(Lepidoptera: Gelechiidae)

Es una plaga ocasional, de metamorfosis completa que atraviesa por cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto.

Biología

En condiciones favorables de período seco, completa el ciclo biológico en menos de 30 días y de tres a cuatro meses durante el período lluvioso, siempre que existan disponibles los hospederos adecuados.

El adulto ovoposita en cualquier parte de la hoja, de preferencia el envés. Los huevos son depositados en forma individual o en pequeños grupos. Los mismos presentan forma elipsoides, de color amarillo, tornándose posteriormente de color naranja. Por su tamaño, son muy difíciles de localizar. Eclosionan a una temperatura de 32° C, entre cuatro y cinco días (CATIE 1990, Saunders *et al.* 1998).

La larva pasa por cuatro estadios, al inicio de su desarrollo de verde pálido o rosado, luego se torna grisácea con manchas púrpuras. En la última etapa de su desarrollo, puede medir entre 6 y 8 mm. El estado larval dura de 9 a 30 días y las larvas maduras se dejan caer al suelo para empupar. La pupa se forma dentro de un capullo cubierto por una capa superficial de tierra, a poca profundidad en el suelo. En ciertas ocasiones, suelen formarse en las hojas enrolladas o dentro de los frutos infestados. La fase de pupa tarda entre 11 y 12 días.

Ecología

El enrollador es una plaga insectil secundaria con muy pocos hospederos (tomate y papa), sin embargo, adquiere importancia cuando se utilizan excesivamente los insecticidas. El estatus de plaga es coadyuvado por la permanencia del insecto en siembras continuas de tomate durante todo el año. El adulto es más activo en la noche que durante el día.

Daño

La larva se alimenta de todas las partes aéreas de la planta, minan, enrollan y destruyen parcialmente las hojas. La aparición de ese tipo de daño en las fases iniciales del cultivo, pueden ocasionar retrasos en el crecimiento y eventualmente la muerte de la planta. Sin embargo, los mayores daños y pérdidas económicas son debidos a las perforaciones a los frutos, los cuales pueden ocurrir en cualquier momento. La aparición y detección de heces fecales de color café oscuro en los bordes del cáliz, confirman el ingreso y presencia de larvas de la plaga, evidenciada por las perforaciones o túneles que deja al penetrar por el cáliz. Durante la cosecha, la presencia de larvas en el interior de los frutos, dificulta los procesos de selección e incrementando los perjuicios económicos al cultivo.

Control biológico

No se han identificado parasitoides en Panamá, para el control de esta plaga. Sin embargo, el uso de bio-insecticidas como el *Bacillus thuringiensis*, puede ser de gran utilidad dentro de un programa MIP.

Control químico

Antes de implementar esta estrategia, es necesario realizar un muestreo periódico directo de larvas en campo. El nivel de referencia para la toma de decisión, se basa en dos minas con la larva viva en la primera hoja por cada 10 plantas revisada, por lo menos en 10 sitios diferentes por hectárea (Waddill, citado por Ramírez B. *et al.* 1989).

Picudo del tomate

***Faustinus rhombifer* (*Collabismodes rhombifer*)**
(Coleoptera: Curculionidae)

Es un insecto que está distribuido de México a Panamá, sin embargo, sólo es considerado plaga importante en Panamá (Saunders *et al.* 1998). El adulto es un pequeño gorgojo de 4 a 5 mm de largo con élitros de color pardo claro pálido con una marca central en forma de diamante negro.

Daño

Las larvas al emerger perforan los tallos, haciendo galerías que impiden el flujo de agua a la parte superior de la planta, una marchitez puede confundirse con la marchitez bacteriana o la provocada por el hongo *Fusarium* spp. (Lasso y De León 1972).

Control biológico

A la fecha no existen reportes de control biológico en el picudo de tomate en Panamá.

Control químico

Este tipo de control sirve para eliminar el insecto adulto, ya que tan pronto la larva entra al tallo se dificulta su control. Dependiendo de las circunstancias, se podrían utilizar insecticidas como tiocyclan-hidrógeno oxalato y oxamilo, entre otros (Cuadro 3).

Polilla del tomate

Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)

Biología y ecología

Este lepidóptero olfago, es una mariposa pequeña de aproximadamente 7 mm, tiene su origen en América del Sur, endémica en la mayoría de sus zonas productoras de tomate, donde representa uno de los problemas insectiles más importantes del cultivo (Montserrat Delgado 2011). Está distribuida en Europa, África, en varios países de América y desde 2010 se hizo el primer reporte en Río Sereno, Panamá. Es una plaga que no está en el resto del país (Poveda 2010), por lo que mediante el Resuelto Ministerial DAL-092-ADM-211 del 17 de marzo de 2011 se establecen, entre otros aspectos, medidas cuarentenarias para evitar su diseminación.

Los adultos permanecen escondidos en las hojas durante el día y se mueven al amanecer o atardecer. Temperaturas altas producen de 11 a 12 generaciones anuales (Alarcón Roldán *et al.* 2011, ECONEX sanidad agrícola 2015).

Es un insecto holometábolo. El adulto ovoposita en mayor grado en las hojas, en menor grado en los tallos nuevos, en las brácteas de los frutos y algunas veces en la superficie de los frutos. Lo hace en forma individual, aunque a veces se puede encontrar hasta cinco huevos

en forma agrupada. Los machos pueden tener una vida media de seis a siete días y las hembras, de 10 a 15 días (Montserrat Delgado 2011, ECONEX sanidad agrícola 2015, Ruisánchez Ortega 2013).

Los huevos son elípticos de unos 0.36 mm de color blanco cremoso hasta llegar a amarillo. Se tornan más oscuros cuando están a punto de eclosionar (Montserrat Delgado 2011, ECONEX sanidad agrícola 2015).

La larva tiene una banda de color oscura en su escudo protorácico. Recién salida del huevo, es de color amarillo cremoso, pero cambia a color verdoso en la medida que se desarrolla (Figura 25). Pasa por cuatro fases y duran entre 10 y 15 días dependiendo de las condiciones climáticas. Cuando están próximas a pupar dejan de alimentarse y empiezan a tejer el capullo (INFOAGRO 2015).



Fuente: Poveda 2010.

Figura 25. Larva de *Tuta absoluta*.

El proceso de pupado puede ocurrir en las hojas, dentro de las minas, en la superficie del suelo y en la hojarasca. La pupa es de color verde tan pronto como se forma, pero cambia a marrón oscuro cuando el adulto está por emerger. La pupa hembra es de mayor tamaño que el macho (ECONEX sanidad agrícola 2015).

Daño

El daño más importante es en las hojas donde se comen todo el mesófilo dejando solo la epidermis. Cuando el ataque es severo las hojas se deshidratan y secan, acabando con la planta. Además, las larvas perforan el tallo, los brotes, sobre todo en las inserciones de las

hojas o pedúnculos, prefiriendo los brotes más tiernos ubicados en la parte apical de la planta. El fruto lo ataca verde. Las larvas que provienen de posturas en el cáliz entran al fruto directamente y no emergen del mismo en las primeras fases larvarias. Abren un agujero y se alimentan internamente del fruto (Montserrat Delgado 2011, INFOAGRO 2015).

Control biológico

No se han realizado investigaciones con enemigos naturales para el control de esta plaga en Panamá. Sin embargo, el uso de bio-insecticidas como el *Bacillus thuringiensis*, puede ser de gran utilidad en un programa MIP. Algunos chinches míridos como *Macrolophus pygmaeus* Rambur y *Nesidiocoris tenuis* Reuter son depredadores de larvas y huevos de diferentes insectos plagas del tomate, entre esto *T. absoluta* (Urbaneja *et al.* 2008). En Panamá, en el área de la estación experimental El Ejido se ha detectado la presencia de *M. pygmaeus* en el cultivo de tomate (González y Guerra 2001).

Control químico

Antes de tomar la decisión de aplicar, se debe monitorear la presencia del insecto semanalmente, se puede hacer de dos formas, ya sean trampas con feromonas o muestreo y recuento.

En las trampas con feromonas se cuentan los adultos machos capturados, en el muestreo en campo, se eligen 10 plantas equidistantes por hectárea y se revisa cada una contando las larvas vivas y parasitadas. En esa planta se toman 10 foliolos apicales revisando el haz y el envés anotando la cantidad de huevos incluyendo los parasitados (Estay P 2015).

Se aplica cuando el muestreo presenta alguno de estos registros:

- 70 machos/día con 0% de daño
- 50 machos/día con 6% con huevos y/o larvas
- 25 machos/día con 10% con huevos y/o larvas.

Control cultural

El control cultural es una de las alternativas más útiles en el manejo de plagas insectiles. Consiste en implementar prácticas agronómicas habituales para crear condiciones desfavorable a las plagas o para hacer el cultivo más tolerante a las mismas. Es una práctica de manejo generalmente preventiva y cuyos resultados se ven a mediano y largo plazo, además de que su implementación implica poco ningún costo (Andrews y Howell 1989).

Las prácticas agronómicas que más se utilizan para el manejo de la mayoría de los insectos plagas son las siguientes: destrucción de rastrojos, eliminación de malezas hospederas del invertebrado, siembra alejadas de campos infestados, rotación de cultivos (preferiblemente gramíneas como arroz, maíz o sorgo), barreras vivas, coberturas de suelo (plásticas, mantillo vegetal vivo o secas, cultivos trampas, buena nutrición, trampas pegantes, fechas de siembra, semilleros protegidos, uso de feromonas y manejo de densidad de siembra, entre otras (Morales *et al.* 1994, Andrews y Howell 1989, Hilje y Cubillo 1996).

Para los gusanos del fruto, otra estrategia que debe ser considerada es la siembra de maíz de forma intercalada de modo que la floración de esta planta coincida con el inicio de la fructificación para concentrar las posturas en las mazorcas de maíz y superar las primeras infestaciones al cultivo (Korytskoswski 2003).

En el caso de *T. absoluta* que es una plaga cuarentenaria, además de emplear las otras tácticas de manejo, es fundamental evitar el traslado de solanáceas de un área donde se encuentra la plaga a otra donde no existe (Ruisánchez Ortega 2013, Poveda 2010).

Se detallan algunos insecticidas para el control de los principales insectos plagas del tomate en el Cuadro 3.

CUADRO 3. INSECTICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN TOMATE INDUSTRIAL.

Nombre genérico	Insectos que controla	Dosis (g i.a./ha)
Tebufenozide	<i>Spodoptera</i> spp., <i>Keiferia lycopersicella</i> , <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Tuta absoluta</i>	60
Spinosad	<i>Spodoptera</i> spp., <i>K. lycopersicella</i> , <i>H. zea</i> , <i>T. absoluta</i>	36
Tiocyclan hidrógeno oxalato	<i>Liriomyza sativae</i> , <i>Bemisia tabaci</i> , <i>K. lycopersicella</i> , <i>H. zea</i> , <i>T. absoluta</i>	250
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Spodoptera</i> spp., <i>K. lycopersicella</i> , <i>H. zea</i>	16,000 unidades
Imidacloprid	<i>B. tabaci</i>	350
Tiametozam	<i>B. tabaci</i>	100
Oxamil	<i>Spodoptera</i> spp.	720
Abamectina	<i>L. sativae</i>	9
Clorfantriliprole	<i>Spodoptera</i> spp., <i>K. lycopersicella</i> , <i>H. zea</i> , <i>T. absoluta</i>	30
Clorfenapir	<i>K. lycopersicella</i> , <i>H. zea</i>	96

i.a. = ingrediente activo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 1989. Fitopatología. 3 ed. Limusa. México. 630 p.
- Andrews, KL; Howell, HN. 1989. Utilización de controles culturales. *In* Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado actual y Futuro. Eds. KL. Andrews y JR. Quezada. Escuela agrícola Panamericana. El Zamorano, HN. p. 243-253.
- Alarcón Roldán, R; Bravo Rodríguez, A; Carranza García, MA; Durán Álvaro, JM; Garrido Villamor; EM; Gonzalez Provost; PJ; Martínez Santos, M; Nieto Galera, R. 2011. La polilla del tomate *Tuta absoluta* (en línea). Hoja divulgativa ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, ES. Consultado 23 abr. 2015. Disponible en <http://www.perlhorta.info/sites/default/files/arxius/Tuta%20absoluta.pdf>.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1996. Metodologías de para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, CR. Ed. L Hilje. 132 p. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37).
- CATIE (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CR). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. 138 p. (Serie Técnico Informe Técnico No. 151).
- Cave, RD. 1995. Manual para el reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, HN. 201 p.
- ECONEX sanidad agrícola. 2015. *Tuta absoluta* la Polilla del Tomate Minadora del tomate Manual Técnico para el manejo de feromonas y trampas para *Tuta absoluta* (en línea). Consultado 2 jun. 2015. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gNGPIrdnEIwJ:www.e-conex.com/descargas/+&cd=2&hl=es&ct=clnk>
- Estay P, P. 2005. Manejo Integrado de Plagas (MIP) para Hortalizas (en línea). Fitosanidad en hortalizas para la zona Sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Consultado 11 jun. 2015. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR34581.pdf>
- González D, G; Guerra, JA. 2001. Whitefly predator feeding on *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Panamá. Tijdschrift loor Entomologie. Netherlands Entomological Society. 130 (2): 243-256.
- González D, G; Guerra, Ja; Villarreal, N; Adames, K; Arauz, L; Nuñez, J. 2009. Contribución al conocimiento de los parasitoides de la mosca blanca en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Notas de Investigación en Progreso Año 13 (2): 4.
- Guerra M, JA; Villarreal, NY; Castillo, G; Agurto, J. 2011. Eficacia biológica de Proclaim 05 SG en el control de lepidópteros en el cultivo de tomate. IDIAP.
- Hilje, L. 1995. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. *In* Manejo Integrado de Plagas. CATIE. Turrialba, CR. Ed. O Arboleda-Sepúlveda. no. 35: 46-54.
- Hilje, L; Cubillo, D 1996. Practicas agrícolas. *In* Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas. CATIE-PRIAG. Turrialba, CR. Ed. LHilje. Serie de materiales de Enseñanza no. 37. p. 51-59.
- INFOAGRO. 2015. La polilla del tomate (*Tuta absoluta*) (en línea). Consultado 5 jun. 2015. Disponible en http://www.infoagro.com/hortalizas/polilla_tomate_tuta_absoluta.htm
- Korytskowski, C. 2003. Manejo Integrado de Plagas. Programa Centroamericano de Maestría en Entomología. Universidad de Panamá, PA. 168 p.
- Lasso, R; De León, G. 1972. Producción de tomate industrial. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Panamá. Dirección General de Investigación, Extensión y Educación Agropecuaria. 26 p.

- Monserrat Delgado, A. 2011. La polilla del tomate *Tuta absoluta* en la Región de Murcia: Bases para su control (en línea). Consultado 5 jun. 2015. Disponible en https://archives.eppo.int/MEETINGS/2011_conferences/tuta/Monserrat_Murcia_monografia_Tuta.pdf
- Morales, RA; Atencio A, FA; Lara, JA, Muñoz, JA. 1994. La Mosquita Minadora (*Liriomyza* spp.) en Panamá. Ed. BA Gómez. Panamá, PA. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá/Programa Regional Cooperativo de Papa. 21 p. (Monografía no. 1)
- Poveda, J. 2010. Plagas cuarentenarias de las solanáceas en Panamá. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Dirección de Sanidad Vegetal (diapositivas). Panamá. 96 diapositivas.
- Ramírez B, A; Carballo V, M; Saunders, JL. 1989. Niveles de daño de *Keiferia lycopersicella* en tomate (en línea). Manejo Integrado de Plagas no. 14. Consultado 29 sept. 2015. Disponible en <http://www.sidalc.net/repdoc/A2195E/A2195E.PDF>
- Ruisánchez Ortega, Y. 2013. La palomilla del tomate (*Tuta absoluta*): una plaga que se debe conocer en Cuba Fitosanidad (en línea). Consultado 5 jun. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209129856009>
- Saunders, JL; Coto, D; King, BA. 1998. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, CR. 2 ed, Ed. O Arboleda. 305 p. (Serie Técnica Manual Técnico no. 29).
- Shannon, P. 1996. Hongos entomopatógenos. *In* Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Ed. L Hilje. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de de Investigación y Enseñanza CATIE. p. 60-68.
- Turcios Samayoa, EA. 2001. Evaluación de cinco prácticas basadas en insecticidas para el control de gusano *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) en tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), en Salamá, Baja Veracruz. Tesis Ingeniero Agrónomo, Guatemala, GU. 56 p.
- Urbaneja, A; Montón, H; Vanaclocha, P; Mollá, O, Beitia, F. 2008. La polilla del tomate, *Tuta absoluta*, una nueva presa para los míridos *Nesidiocoris tenuis* y *Macrolophus pygmaeus* (en línea). Unidad de Entomología. Centro. Protección Vegetal y Biotecnología. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Consultado 10 jun. 2015. Disponible en http://www.researchgate.net/profile/Pilar_Vanaclocha/publication/271849115_La_polilla_del_tomate_Tuta_absoluta_una_nueva_presa_para_los_Mridos_Nesidiocoris_tenuis

CAPÍTULO VI

MANEJO DE ENFERMEDADES

Vidal Aguilera¹, José Ángel Guerra Murillo²

Las enfermedades constituyen un factor limitante en la producción y calidad del tomate en muchas regiones del mundo, especialmente para los cultivares con poca o ninguna resistencia o tolerancia genética.

En el tomate las enfermedades pueden ser de naturaleza biótica y abiótica. Las enfermedades bióticas son aquellas causadas por hongos, bacterias, fitoplasmas, virus y nematodos, mientras que las abióticas son por niveles extremos de iluminación, temperatura, humedad del suelo, desequilibrios nutrimentales, deficiencia en la disponibilidad de oxígeno, contaminantes atmosféricos, herbicidas y otros plaguicidas (Jones *et al.* 1993). Para que se pueda desarrollar una enfermedad, es necesaria la presencia de un hospedero susceptible, un agente patógeno y un ambiente adecuado, cuya interacción ocasiona cambios anormales en los procesos fisiológicos de la planta (Araúz 1998).

Son muchas las enfermedades que pueden afectar al cultivo de tomate industrial, sin embargo, se describirán las de mayor importancia económica bajo las condiciones agroecológicas de la región de Azuero.

HONGOS

Mal de talluelo

Phythium spp., *Rhizoctonia spp.*

Síntomas y daños

Esta es una enfermedad común en las áreas productoras de tomate y es ocasionada por un complejo fungoso, se observa principalmente en plántulas de semillero.

Los síntomas de la enfermedad pueden ser pre o post emergente. En pre emergente, la plántula no emerge del suelo y en post emergente, el tallo al ras del suelo presenta un adelgazamiento, necrosis del tejido y consecuentemente se dobla, ocasionando la muerte de la plántula. La enfermedad se ve favorecida por condiciones de alta humedad y mal drenaje (CATIE 1990, Castaño y Del Río 1994).

Pudrición del cuello

Sclerotium rolfsii Sacc.

Síntomas y daños

Generalmente, los síntomas aparecen en las zonas de la planta próximas al suelo y pueden ser atacadas durante cualquier etapa del desarrollo. El primer síntoma es un amarilleamiento general de la planta. En condiciones de alta humedad, se desarrolla sobre las lesiones abundante micelio blanco que se extiende sobre el tallo de plantas adultas (Ramírez Villapudua 2016) (Figura 26). En algunos casos, se observa sobre el micelio esclerocios esféricos fácilmente distinguibles, con una tonalidad castaña a marrón (Jones *et al.* 1993).

Los esclerocios producidos por el hongo son su principal medio de dispersión, pueden sobrevivir durante varios años en el suelo y en los restos de cultivos. Condiciones aeróbicas y húmedas, así como altas temperaturas (30° a 35° C) favorecen el desarrollo del patógeno.

¹M.Sc. en Protección Vegetal. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e-mail: vidalaguilera@gmail.com

²Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com



Figura 26. Micelio blanco y esclerocios de *Sclerotium rolfsii*.

Marchitez vascular

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen

Síntomas y daños

El hongo infecta a la planta a través de las raíces, invade el xilema y luego toda la planta. Es un hongo agresivo que puede destruir la planta (University of California 1990). La marchitez vascular es una de las enfermedades más importante, debido a su gran capacidad destructiva en campo. El síntoma característico de la enfermedad es el amarilleamiento unilateral de las hojas inferiores (Figura 27), presentando un área afectada y la otra completamente sana. Debido a que el patógeno se aloja en el interior de los haces del xilema, los síntomas se pueden observar en unas o más ramas, mientras que el resto se mantienen libre de la enfermedad (Castaño y Del Río 1994, González 2006). Un corte longitudinal del tallo revela una decoloración de los tejidos cercanos a la corteza (Figura 28), correspondiente a los haces vasculares (CATIE 1990). Las plantas afectadas por esta enfermedad se marchitan y eventualmente mueren.

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* es un hongo de suelo, que invade las plantas a través de heridas que existen en la raíz. La enfermedad se manifiesta en campos de cultivo de tomate con un buen desarrollo y en la fase de llenado del fruto.



Figura 27. Amarilleamiento unilateral en la hoja de tomate.



Figura 28. Corte longitudinal del tallo con decoloración de los haces vasculares.

Esta enfermedad es de temperatura cálida y prevalece en suelos ácidos, preferiblemente de textura arenosa, con bajo pH, pobre en nitrógeno y alto suministro de potasio. En general, la temperatura, alta humedad relativa y días de baja intensidad lumínica favorecen la enfermedad (González 2006). La diseminación ocurre mediante semilla, plántones, suelo llevado por el viento, maquinaria agrícola y agua de riego infestada (Jones *et al.* 1993).

Tizón temprano

Alternaria solani (Ell. & Mart.) L. R. Jones & Grout.

Síntomas y daños

Esta enfermedad está presente en cualquier lugar donde se cultive tomate. Los síntomas se observan en el follaje, tallo y frutos, puede causar daño durante los estados de desarrollo. En el follaje se observan pequeñas manchas de color café a negro, rodeado de un halo amarillo, que aparece en las hojas más viejas (Figura 29). Cuando las lesiones miden aproximadamente 6 mm de diámetro se observan anillos concéntricos que le dan un aspecto de tiro al blanco (Castaño y Del Río 1994). En los tallos de las plántulas, las lesiones son pequeñas, oscuras y ligeramente hundidas, con círculos concéntricos. El ataque severo de la enfermedad puede defoliar completamente la planta. En los frutos, la infección ocurre a través de la inserción del cáliz o al tallo, tanto en estado verde como maduro. La lesión alcanza un tamaño considerable en el fruto, que en ocasiones cubre la totalidad y normalmente muestra anillos concéntricos (Cornell University 1996).

El hongo penetra los tejidos vegetales directamente a través de la cutícula o por heridas. Periodos de humedad prolongados en las hojas y temperaturas entre 28° y 30° C, favorecen la infección. Las lesiones se hacen visibles entre dos y tres días posteriores a la infección y comienzan la producción de conidias. Lluvias frecuentes o rocío intenso son necesarios para una esporulación abundante. La diseminación de las conidias ocurre mediante el viento (Jones *et al.* 1993). El patógeno puede sobrevivir en material en descomposición, plantas involuntarias y en la semilla.

Mancha gris de la hoja

Stemphylium solani G.F. Weber

Síntomas y daño

Es una enfermedad del follaje, que no afecta los frutos. En forma ocasional, pueden producirse lesiones en los pecíolos y las partes más tiernas de los tallos (Jones *et al.* 1993). Los síntomas en las hojas se distinguen como pequeñas manchas de color marrón grisáceo y se limitan a los márgenes de las hojas (Figura 30). En muchos casos, las lesiones causadas por la enfermedad son confundidas con la mancha bacteriana (CATIE 1990, Jones *et al.* 1993). La dispersión del hongo se produce a causa del uso de plántulas infectadas en los semilleros. Las esporas del hongo germinan rápido en presencia de abundante rocío de agua y un ambiente cálido (24° a 27° C).



Figura 29. Tizón temprano, a) manchas foliares que muestran anillos concéntricos y b) frutos con lesiones necróticas.



Fuente: Blancard 1996.

Figura 30. Lesiones foliares causadas por *Stemphylium solani* G.F. Weber.



Figura 31. Tallo y foliolo afectados por *E. carotovora*, a) manchas oscuras elongadas y b) pudrición de la médula.

BACTERIAS

Tallo hueco

Erwinia carotovora subsp. *carotovora* (Jones) Bergey *et al.*

Síntomas y daños

La enfermedad se manifiesta en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. El síntoma consiste en un amarillamiento de las hojas, que progresa de abajo hacia arriba, en el tallo se notan rajaduras y manchas oscuras elongadas, al cortar el tallo se observa una pudrición acuosa de la médula, oscura y penetrante (Agrios 1988) (Figura 31).

La bacteria penetra en la planta a través de heridas en los tallos, que pueden ser ocasionadas principalmente por insectos o por prácticas de cultivo como eliminación de hojas. El patógeno se disemina por insectos, lluvia, agua de riego, vientos y equipo agrícola. Las condiciones críticas para el ataque de la enfermedad son períodos de alta precipitación y temperaturas calurosas (mayor de 24° C).

Marchitez bacteriana

Ralstonia solanacearum,
Pseudomonas solanacearum (Smith)

Síntomas y daños

La marchitez bacteriana es de gran importancia económica por la severidad del daño en los campos de cultivo de tomate en muchas zonas cálidas, templadas y tropicales del mundo. Los primeros síntomas de la marchitez bacteriana consisten en la flacidez de las hojas más jóvenes, seguido de una marchitez completa de la planta de forma rápida bajo condiciones ambientales favorables (Jones *et al.* 1993) (Figura 32). La manifestación de los síntomas se presenta entre dos y cinco días después de la infección, dependiendo de las condiciones ambientales.



Figura 32. Planta afectada con marchitez bacteriana.

La bacteria penetra en la planta a través de heridas hechas durante el trasplante, control mecánico de malezas, insectos o por ciertos nematodos (Castaño y Del Río 1994). Una vez dentro de la planta, la bacteria presenta afinidad por el sistema vascular, donde se multiplica rápidamente llenando los vasos xilemáticos con células bacterianas (Jones *et al.* 1993).

Tanto la infección como el desarrollo de la enfermedad se ven favorecidos por la temperatura alta (30° - 35° C). La bacteria se puede diseminar a través del equipo agrícola, salpique de agua, arrastre superficial producido por la lluvia, agua de riego, transporte de plántones infectados y por prácticas culturales como podas o deshierpes realizadas frecuentemente durante la época de invierno.

La marchitez bacteriana se puede identificar mediante una prueba de campo, consistente en introducir en agua una sección del tallo enfermo; pasados de tres a cuatro minutos, se observa un abundante exudado lechoso, signo que confirma la presencia de la bacteria en los haces vasculares de la planta.

Mancha bacteriana
***Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.**

Síntomas y daños

La mancha bacteriana está presente en los lugares donde se cultiva tomate y es considerada un problema importante en regiones tropicales y subtropicales, donde la precipitación es de alta a moderada (Jones *et al.* 1993).

La bacteria puede infectar cualquier parte de la planta. En las hojas las lesiones son húmedas, normalmente marrones a oscuras y circulares no mayores de 3 mm de diámetro. En los folíolos estas manchas fácilmente pueden ser confundidas con el tizón temprano y mancha gris de la hoja (Figura 33).

Las lesiones de la mancha bacteriana no presentan zonación o apariencia de tiro al blanco como ocurre en el tizón temprano, generalmente, son de coloración más oscura y están distribuidas de una forma menos uniforme que la mancha gris de la hoja (Jones *et al.* 1993). También, en el tallo se observan lesiones necróticas circulares de color marrón. El principal daño se observa en los frutos, cuyos síntomas se presentan inicialmente cuando están verdes, formando diminutas manchas acuosas con un halo clorótico tenue y ligeramente elevado. Posteriormente, el halo desaparece a medida que las lesiones aumentan de tamaño tornándose marrones y hundidas en el centro con una superficie áspera y costrosa.

La bacteria es capaz de sobrevivir en plantas de tomate espontáneas y restos de plantas infectadas. La semilla puede actuar como medio de sobrevivencia y diseminación de la bacteria. La invasión de la planta se da a través de los estomas y heridas producidas por partículas de suelo transportadas por el viento, insectos o medios mecánicos. El desarrollo de la enfermedad es favorecido por un ambiente húmedo y una temperatura que oscila entre 25° y 30° C.



Figura 33. Mancha bacteriana a) en hoja de tomate y b) frutos.

Manejo de enfermedades producidas por hongos y bacterias

En el manejo de enfermedades del tomate a cielo abierto, hay que considerar que existen tres tipos de enfermedades importantes: las fungosas, las bacterianas y las producidas por virus (serán tratada en otro capítulo). Dentro de las fungosas y bacterianas es importante conocer que patógenos del suelo y penetran a la planta por la raíz o cerca de la base de la planta como: *Phythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Fusarium* sp., *Erwinia carotovora* y *Ralstonia solanacearum*, otros como *Alternaria solani*, *Stemphylium solani* y *Xanthomonas campestris*.

El mejor control de las enfermedades en tomate es la prevención. Unas de las recomendaciones esenciales para los patógenos de suelo o foliar es uso de semilla certificada de alta calidad, cultivares tolerantes, uso de plástico, eliminación de plantas hospedantes, nutrición adecuada, manejo adecuado de la humedad. Además, se deben producir los plántulas utilizando bandejas germinadoras con substrato estéril bajo infraestructuras de casa de vegetación (Bruna Vázquez 2016).

Cuando se establecen semilleros a campo abierto, se debe evitar el uso de parcelas que tengan antecedentes de la enfermedad, ubicando un área alta, con buen drenaje y riego adecuado.

En campo, hay que rotar cultivos con gramíneas no susceptibles como maíz, sorgo o arroz para reducir el inóculo en el suelo. Además, es recomendable incorporar restos del cultivo, con el fin de enterrar lo más profundo las estructuras de sobrevivencia del patógeno (Bernal R 2010).

Otras de las medidas preventivas es la eliminación de plantas enfermas, evitar realizar deshierbe mecánico con azadón u otra herramienta similar, ya que favorece el ataque de patógeno (principalmente *Fusarium* o las bacterias) debido a las numerosas heridas que se provocan en las raíces. Es importante considerar que ninguna práctica por sí sola es efectiva para el control de estas enfermedades, principalmente la marchitez vascular causada por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, por tal razón, la integración del mayor número posible de ellas, permitirán disminuir los daños (Sánchez Castro 2016).

El control biológico es otra opción a la que se puede recurrir para contrarrestar los daños por la enfermedad. El uso de microorganismos antagonistas como *Trichoderma* spp., contribuye a disminuir la cantidad de inóculo.

Aunque se implemente todas las medidas descritas, hay factores como las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad por lo que el uso de control químico es inevitable. Estos deben ser utilizados en el momento oportuno, a las dosis recomendadas y con un equipo de aplicación en buenas condiciones.

La integración de la mayoría de las medidas preventivas, como plantea Sánchez Castro (2016) solo reducirán la incidencia de las enfermedades. Hay enfermedades, foliares como las producidas por *S. solani* y *X. campestris* aparecen habitualmente, si las condiciones climáticas varían inesperadamente. Su control oportuno depende del uso de plaguicidas específicos.

En el Cuadro 4, se presentan algunos de fungicidas y bactericidas recomendados para el control de las principales enfermedades del tomate.

CUADRO 4. FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL.

Nombre genérico	Patógenos a controlar	Dosis (g i.a./ha)
Captan	<i>Phythium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Sclerotium rolfsii</i>	500
Carboxin + thiram *	<i>Phythium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Sclerotium rolfsii</i>	340
TCMTB	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Erwinia carotovora</i>	600
Sulfato de cobre pentahidratado	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Erwinia carotovora</i> , <i>Xanthomonas campestris</i>	180
Estreptomicina + oxitetraciclina*	<i>Erwinia carotovora</i> , <i>Xanthomonas campestris</i>	39
Extracto de semillas de cítricos	<i>Erwinia carotovora</i> , <i>Xanthomonas campestris</i>	200
Boscalid + pyraclostrobin *	<i>Alternaria solani</i> , <i>Stemphylium solani</i>	304
Azoxistrobina	<i>Alternaria solani</i> , <i>Stemphylium solani</i>	100
Benomil	<i>Alternaria solani</i> , <i>Stemphylium solani</i>	250
Mancozeb	<i>Alternaria solani</i> , <i>Stemphylium solani</i>	800
Clorotalonilo	<i>Alternaria solani</i> , <i>Stemphylium solani</i>	720

i.a. = ingrediente activo.

*Mezcla química; Nota: Estos son algunos de los plaguicidas recomendados.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 1989. Plant Pathology. 3 ed. Limusa. México. p 803.
- Araúz, L. 1998. Fitopatología: un enfoque agroecológico. Universidad de Costa Rica. 467 p.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar. Madrid. ES. Ediciones Mundi-Prensa. 212 p.
- Bernal, R. 2010. Enfermedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero en Las Zonas de Salto y Bella Unión. Serie Técnica N° 181 (en línea). Uruguay. Consultado 24 jun. 2016. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429230710110412.pdf>
- Bruna Vázquez, A. 2001. Manejo Integrado de enfermedades de Tomate de al aire libre (en línea). Consultado 24 jun. 2016. Disponibles en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR27108.pdf>
- Castaño, J; Del Río, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. 3. ed. Escuela Panamericana. Zamorano, HN. 302 p.
- CATIE (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CR). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. Serie Técnica. Informe Técnico no. 151. 138 p.
- Cornell University. 1996. Tizón temprano del tomate (en línea). College of Agriculture and Life Sciences. Consultado 23 jun. 2016. Disponible en <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/veg-insects-global/spanish/eblight.html>
- González, P. 2006. Enfermedades del tomate (en línea). Facultad de Agronomía, Uruguay. Consultado 23 jun. 2016. Disponible en http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/Fusarium_tom.html
- Jones, J; Stall, R; Zitter, T. 1993. Compendium of tomato diseases. The American Phytopathological Society. 74 p.
- Ramírez Villapudua, J. 2016. Enfermedades fungosas del suelo en tomate (en línea). Universidad Autónoma de Sinaloa. México. Consultado 23 jun. 2016. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos101/enfermedades-fungosas-del-suelo-tomate/enfermedades-fungosas-del-suelo-tomate2.shtml>
- Sánchez Castro, MA. 2016. Manejo de enfermedades de tomate (en línea). Curso de manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de tomate, papa y chile. Consultado 24 jun. 2016. Disponible en <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Manejo%20de%20Enfermedades%20del%20Tomate.pdf>
- University of California. 1990. Integrated Pest Management for tomatoes. 3 ed. Division of Agriculture and Natural Resources. United States of America.

CAPÍTULO VII

ENFERMEDADES VIRALES

José Ángel Herrera Vásquez¹

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ha sido una de las especies hortícolas que ha sufrido la incidencia de enfermedades de etiología viral. Este cultivo presenta un complicado aspecto dentro de estas infecciones, pudiéndose encontrar tanto de forma simple o individual como infecciones mixtas, causando una sintomatología variable.

A nivel mundial se conocen más de 60 virus capaces de afectar el cultivo del tomate (Alfaro Fernández 2009), aunque en Panamá se han diagnosticado ocho de ellos

(Cuadro 5) (Engel *et al.* 1998, Herrera Vásquez *et al.* 2009a, Herrera Vásquez *et al.* 2009b, Herrera Vásquez 2013), con diferentes niveles de importancia. La incidencia es variable según los años y las condiciones ambientales. La sintomatología dependerá del momento en que la planta sufre la infección, siendo grave cuando le sobrevenga en un estado vegetativo temprano.

En Panamá, se puede encontrar en los cultivos de tomate el virus del mosaico del tabaco (*Tobacco mosaic virus*, TMV), virus del mosaico del tomate (*Tomato mosaic virus*,

CUADRO 5. VIROSIS DEL TOMATE EN PANAMÁ.

Nombre en inglés	Nombre en español	Familia	Género	Transmisión
<i>Tobacco mosaic virus</i> (TMV)	Virus del mosaico del tabaco	<i>Virgaviridae</i>	<i>Tobamovirus</i>	Mecánica y semilla
<i>Tomato mosaic virus</i> (ToMV)	Virus del mosaico del tomate	<i>Virgaviridae</i>	<i>Tobamovirus</i>	Mecánica y semilla
<i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV)	Virus del mosaico del pepino	<i>Bromoviridae</i>	<i>Cucumovirus</i>	Áfidos (no persistente)
<i>Potato virus Y</i> (PVY)	Virus Y de la papa	<i>Potyviridae</i>	<i>Potyvirus</i>	Áfidos (no persistente)
<i>Tomato torrado virus</i> (ToTV)	Virus del torrado del tomate	<i>Secoviridae</i>	<i>Torradovirus</i>	Moscas blancas (semipersistente)
<i>Tomato yellow mottle virus</i> (TYMoV)	Virus del moteado amarillo del tomate	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Moscas blancas (persistente)
<i>Tomato leaf curl Sinaloa virus</i> (ToLCSiV)	Virus del enrollamiento de la hoja del tomate de Sinaloa	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Moscas blancas (persistente)
<i>Potato yellow mosaic Panama virus</i> (PYMPV)	Virus del mosaico amarillo de la papa de Panamá	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Moscas blancas (persistente)

¹Ph.D. en Virología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). e-mail: joshervs11@gmail.com

ToMV), virus del moteado amarillo del tomate (TYMoV), virus del enrollamiento de la hoja del tomate de Sinaloa (ToLCSiV) (Herrera Vásquez, datos no publicados), virus del mosaico amarillo de la papa de Panamá (*Potato yellow mosaic Panama virus*, PYMPV) (Engel *et al.* 1998, Herrera Vásquez 2013), virus del mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*, CMV) y el virus del torrado del tomate (*Tomato torrado virus*, ToTV) (Herrera Vásquez *et al.* 2009a).

En Panamá se cita un virus muy importante capaz de infectar al tomate, aunque según la bibliografía consultada, de momento ha sido diagnosticada su presencia en pimiento (*Capsicum annuum* L.), se trata del virus Y de la papa (*Potato virus Y*, PVY) (Herrera Vásquez *et al.* 2009b).

En este documento se tratarán los virus de mayor importancia en Panamá y se hará énfasis en la manifestación, formas de transmisión y manejo de las enfermedades virales que presentan mayor incidencia en este país.

Virosis de transmisión mecánica

Un grupo importante de virus lo constituyen los tobamovirus, por lo menos dos están citados en tomate: TMV y ToMV (Alfaro Fernández 2009).



Figura 34. Síntomas de infección mixta por TMV y ToMV en hojas de tomate de la variedad IDIAP-T7.

Este grupo de virus posee como característica importante, desde el punto de vista epidemiológico, su transmisión mecánica, hace que su incidencia sea grave en cualquier tipo de cultivo, pero más en casa de vegetación donde la elevada densidad de plantación y las labores culturales favorecen su diseminación. A esto se le une su transmisión por semilla y su persistencia en restos vegetales del suelo (Moriones y Luis 1996, Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Estos virus producen en tomate mosaico y distorsión de hojas, depresión del crecimiento, manchas y deformaciones en el fruto (Alfaro Fernández *et al.* 2013). En Panamá, se han observado síntomas de clorosis internervial de hojas (Figura 34), mosaico y ampollado de hojas (Figura 35) y amarilleo, deformación y reducción del tamaño de hojas en plantas de tomate (Figura 36).

Frente al TMV y ToMV se han obtenido variedades resistentes que pueden utilizarse en el momento o zona donde pueda presentarse este problema (Moriones y Luis 1996, Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Es aconsejable la utilización de semilla libre de virus y en su defecto tratar de limpiarla. En este sentido, el tratamiento térmico de la semilla puede ser utilizado como medida de limpieza de los tobamovirus en el caso del tomate (Moriones y Luis 1996, Alfaro Fernández *et al.* 2013); sin embargo, este es un tratamiento prolongado



Figura 35. Síntomas de infección mixta por TMV y ToMV en hojas de tomate de la variedad IDIAP-T8.



Figura 36. Síntomas de infección mixta por TMV, ToMV y PYMPV en hojas de tomate de la variedad IDIAP-T9.

que requiere la duración exacta del mismo, por lo cual debe ser realizado por personal cualificado.

Se debe evitar la diseminación de los virus por contacto, a través de personas que hayan visitado cultivos contaminados. De igual forma, se deben eliminar las plantas afectadas lo antes posible y lavar las manos después de tocarlas (Moriones y Luis 1996, Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Virosis transmitidas por áfidos

Otro gran grupo de virus lo constituyen los transmitidos por áfidos, entre los cuales encontramos el CMV, virus que aparece en diversos cultivos y en un gran número de malezas (Moriones y Luis 1996, Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Los síntomas del CMV son extraordinariamente variables, debido al gran número de aislados diferentes de la entidad viral, por la propia complejidad de su composición. Los síntomas van a depender del desarrollo de la planta en el momento de la infección y de las condiciones ambientales. Los síntomas en tomate se presentan a menudo en forma de enanismo de la planta, acortamiento de entrenudos, distorsión de hojas, reducción de la lámina foliar hasta llegar al filiformismo,

mucho más severo cuando se produce la doble infección del CMV con el ToMV. Además, se puede presentar malformación de hojas conocido con el típico nombre de hoja de helecho. En otras ocasiones, no siempre visible, se puede presentar una necrosis subepidérmica en el fruto (Alfaro Fernández *et al.* 2013). En Panamá, se han observado síntomas de enrollamiento, manchas amarillas, necrosis, deformación y reducción del tamaño de hojas en plantas de tomate (Figura 37).

Entre los agentes transmisores pueden citarse al menos 80 especies de áfidos, considerándose como los más eficientes *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*. La transmisión es extraordinariamente rápida, recogiendo el áfido el virus en unos segundos, específicamente en la prueba que realiza el insecto previo a su alimentación e infectando la siguiente planta en breves minutos. Este tipo de transmisión conocida como no persistente dura tan poco, que aunque se realicen tratamientos contra el insecto, antes de morir ha infectado la nueva planta. La forma de controlar el vector se basa en la utilización de casa de vegetación (Moriones y Luis 1996, Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Otra fuente de inóculo la constituyen las malezas, ya mencionadas anteriormente (Moriones y Luis 1996, Alfaro Fernández *et al.* 2013).



Figura 37. Síntomas de infección mixta por CMV y ToTV en hojas de tomate de la variedad IDIAP-T9.

Otro de los virus más importantes en tomate, que igual presenta el mismo tipo de transmisión que el anterior es el PVY. Los síntomas que provoca este virus aparecen de forma explosiva, cuando la planta se encuentra sometida a situaciones de estrés como ocurre durante la maduración de los frutos, o cuando la planta tiene necesidad de un aporte mayor de nutrientes. En campo, se pueden distinguir tres tipos diferentes de síntomas: mosaico apical, lesión local necrótica en hojas intermedias y amarilleo de la parte apical de la planta (Figura 38). En algunos casos, la planta podría no mostrar ningún tipo de síntomas, podría tratarse de una infección reciente o de una infección tardía de plantas adultas (Aramburu *et al.* 2006). De igual forma, los síntomas observados son algo diferentes en función de la cepa presente (Alfaro Fernández *et al.* 2013).

La gran variabilidad de cepas que presenta el PVY en tomate, supone una dificultad añadida a la hora de planificar los programas de mejora genética, encaminados a la búsqueda de resistencias duraderas. Por el momento, se desconoce la existencia de alguna fuente de resistencia a PVY aceptable en tomate, mientras que en pimentón sí existe (Alfaro Fernández *et al.* 2013).

El control del vector, como en el caso del CMV, se puede realizar mediante la utilización de casa de vegetación; al tener el mismo tipo de transmisión no persistente, el tratamiento insecticida del áfido resulta poco efectivo (Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Otras de las medidas de manejo que podría aplicarse se refiere a las pulverizaciones de las plantas con aceites minerales a bajas concentraciones para reducir la expansión del vector en la casa de vegetación, con ello se podría reducir la posibilidad que el insecto realice pruebas de alimentación en nuevas plantas, por lo tanto, se evita transmitir el virus (Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Se puede disminuir asimismo las fuentes de inóculo del virus eliminando las malezas que crecen alrededor del cultivo (Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Virosis transmitidas por moscas blancas

Dentro de este tercer grupo de virus se incluyen cuatro virus transmitidos por moscas blancas, se trata del ToTV, TYMoV, ToLCSiV y PYMPV. Estos virus son una de las



Fuente: Alfaro Fernández *et al.* 2013

Figura 38. Síntomas iniciales de la necrosis causada por PVY en tomate.

fuentes más importantes de pérdidas en tomate, pero el PYMPV ocupa el primer lugar en importancia por las cuantiosas pérdidas económicas que produce (Engel *et al.* 1998).

En el caso del ToTV, este virus es transmitido de forma semipersistente por las moscas blancas *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Trialeurodes abutilonea* (Verbeek *et al.* 2014). La sintomatología es muy variable, desde los típicos enrollamientos y manchas de tonos amarillos sobre las hojas que posteriormente se necrosan, a lesiones necróticas a modo de manchas internervales (Figura 39). Los frutos presentan lesiones o manchas necróticas lineales o circulares, a veces a modo de costura (Figura 40).

En lo referente al rango de hospedantes, únicamente el tomate y varias malezas se han descrito como hospedantes naturales del virus. Sin embargo, se han realizado diversos estudios para determinar el rango de hospedantes del ToTV, concluyendo que éste se restringe a especies de la familia *Solanaceae* (Alfaro Fernández 2009a, Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Por otro lado, se han patentado plantas de tomate resistentes al virus, así como los métodos para producirlas, dado que el tomate presenta un gen recesivo que le confiere resistencia natural al ToTV. De este modo se expresa resistencia al virus cuando este gen está presente en la planta en homocigosis, mientras que las plantas heterocigóticas son susceptibles (Maris *et al.* 2007).

En relación al TYMoV, ToLCSiV y PYMPV, a excepción del tomate, se desconocen otras especies de plantas cultivadas u otras malezas como hospedantes de estos virus en Panamá. Su transmisión se presenta de forma persistente por *Bemisia tabaci* (Jones 2003).

Una característica de los begomovirus es la gran variabilidad de síntomas que pueden causar en las plantas afectadas, lo cual depende en gran medida de la



Figura 40. Síntomas de infección mixta por ToTV y PYMPV en frutos de tomate de la variedad IDIAP-T8.

especie y cepa del virus, de la variedad y edad de la planta al momento de la infección, así como de las condiciones ambientales.

En general, los síntomas asociados a este grupo de virus incluyen mosaico, moteado, enrollamiento, deformación, ampollado, reducción del tamaño de hojas, retraso del crecimiento de las plantas y abscisión de flores (Polston y Anderson 1997).

En Panamá, se han observado síntomas de ampollado y reducción del tamaño de hojas infectadas por el ToLCSiV (Figura 41), amarilleo, enrollamiento, deformación, ampollado y reducción del tamaño de hojas infectadas por el PYMPV (Figura 42), amarilleo y enrollamiento de hojas con infección mixta por el TYMoV y PYMPV (Figura 43) y amarilleo, ampollado, enrollamiento y reducción del tamaño de hojas con infección mixta por el ToLCSiV y PYMPV (Figura 44).



Figura 39. Síntomas de infección mixta por ToTV y PYMPV en hojas de tomate de la variedad IDIAP-T8.

El manejo del ToTV, TYMoV, ToLCSiV y PYMPV se concentra en el control de sus vectores, sin embargo el control químico de las moscas blancas no es satisfactorio, ya que éstas pueden desarrollar resistencia frente a todos los grupos de insecticidas, aconsejándose la rotación de los mismos (Alfaro Fernández *et al.* 2013).

Para todos estos virus, se aconseja establecer un plan de manejo integrado de cultivo que incluya al menos las recomendaciones que a continuación se presentan:

- 1) Proteger las plántulas mediante la utilización de la casa de vegetación, para evitar la llegada de los adultos de moscas blancas y su puesta de huevos, debido a que las plantas más jóvenes son las más susceptibles.
- 2) Aplicar un insecticida sistémico previo al trasplante, para asegurar que las plántulas permanezcan protegidas y evitar la transmisión de virus que lleva consigo la mosca blanca.
- 3) Establecer cultivos trampas, por ejemplo, utilizando variedades precoces de maíz de grano amarillo, esto reduce la presión de las moscas blancas sobre el cultivo y a la vez reduce la incidencia de virus.
- 4) Eliminar las malezas dentro y fuera de la casa de vegetación y de los cultivos al aire libre, ya que podrían actuar de reservorio de moscas blancas y virus.



Figura 41. Síntomas de infección por ToLCSiV en hojas de tomate del híbrido Miramar.



Figura 42. Síntomas de infección por PYMPV en hojas de tomate de la variedad IDIAP-T8.



Figura 43. Síntomas de infección mixta por TYMoV y PYMPV en hojas de tomate de la variedad IDIAP-T9.



Figura 44. Síntomas de infección mixta por ToLCSiV y PYMPV en hojas de tomate del híbrido Miramar.

- 5) Evitar el establecimiento de plantaciones nuevas en las cercanías de otra con mayor tiempo de cultivo, ya que podrían estar infestadas con moscas blancas virulíferas.
- 6) En caso de establecer parcelas nuevas deben ser coloca en la dirección contraria de los vientos predominantes, a fin de reducir la infestación de moscas blancas virulíferas.
- 7) Utilizar coberturas reflectantes, la cual ayudan a repeler las moscas blancas.
- 8) Eliminar las plantas de tomate infectadas con virus, antes que se incremente la población de mosca blanca, ya que podrían actuar como fuente de inóculo.
- 9) Eliminar los residuos de la cosecha anterior, puesto que suelen permanecer como fuente de inóculo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro Fernández, AO. 2009. Epidemiología y variabilidad patogénica del virus del mosaico del pepino dulce (*Pepino mosaic virus*). Nuevas enfermedades asociadas a su presencia (torrao o cribado). Tesis Doctoral. Valencia, ES. Universidad Politécnica de Valencia. 302 p.
- Alfaro Fernández, AO; Córdoba Sellés, MC; Font San Ambrosio, I; Jordá Gutiérrez, MC. 2013. Virosis relevantes en el cultivo del tomate: Detección, diagnóstico y control. Valencia, ES, PHYTOMA-España.
- Aramburu, J; Galipienso, L; Matas, M. 2006. Epidemiología del virus Y de la patata en los cultivos de tomate de la comunidad de Cataluña. Phytoma-España 177: 13-19.
- Herrera Vásquez, JA; Alfaro Fernández, A; Córdoba-Sellés, MC; Cebrián, Mc; Font, MI; Jordá, C. 2009a. First report of *Tomato torrado virus* infecting tomato in single and mixed infections with *Cucumber mosaic virus* in Panama. Plant Disease 93: 198.
- Herrera Vásquez, JA; Córdoba Sellés, MC; Cebrián, MC; Alfaro Fernández, A; Jordá, C. 2009b. First report of *Pepper mild mottle virus* and *Tobacco mild green mosaic virus* infecting pepper in Panama. Plant Pathology 58: 786.
- Herrera Vásquez, JA. 2013. Detección de begomovirus mediante PCR en cultivos de tomate de Panamá. In Resúmenes de la LVIII Reunión Anual del PCCMCA, 22-26 abril 2013. La Ceiba, Atlántida, HN, SAG-DICTA. p. 38.
- Engel, M; Fernández, O; Jeske, H; Frischmuth, T. 1998. Molecular characterization of a new whitefly-transmissible bipartite geminivirus infecting tomato in Panama. Journal of General Virology 79: 2313-2317.
- Jones, DR. 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. European Journal of Plant Pathology 109: 195-219.
- Maris, PC; De Haan, AA; Barten, J; Van Den Heuvel JFJM. 2007. ToTV-Resistant plants. Patente no. WO/2007/139386.
- Moriones, E; Luis, M. 1996. Métodos de control de las virosis. In Llácer, G; López, MM; Trapero, A; Bello, A. (eds) Patología Vegetal. Valencia, ES, PHYTOMA-España. tomo 1, p. 333-377.
- Polston, JE; Anderson, PK. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. Plant Disease 81: 1358-1369.
- Verbeek, M; Van Bekkum, PJ; Dullemans, Am; Van Der Vlugt, RA. 2014. Torradoviruses are transmitted in a semi-persistent and stylet-borne manner by three whitefly vectors. Virus Research 186: 55-60.

CAPÍTULO VIII

PROBLEMAS ABIÓTICOS

José Ángel Guerra Murillo¹

En este documento se exponen los factores abióticos más comunes en los campos de cultivo de tomate, principalmente en las áreas de la península de Azuero.

Pudrición del extremo apical o culiprieto

Tal vez, el desorden fisiológico más común. La pudrición se localiza en el extremo distal del fruto. Es causada principalmente por la deficiencia de calcio (Ca), sin embargo, está muy relacionada con la disponibilidad de agua en la planta. Si hay deficiencia de Ca y desequilibrio entre el agua que absorbe la planta y la que pierde en forma de vapor, se tendrá una mayor incidencia de este problema. Esto ocurre, puesto que el Ca tiene poca movilidad y si la planta no tiene suficiente agua, este elemento no puede trasladarse a las partes apicales. Además, la relación de Ca y potasio (K) alta contribuye al desarrollo del problema (Muriel Baile 1983). El síntoma se inicia en la cicatriz del estilo de frutos verdes, con la aparición de pequeñas manchas de coloración parda, que al aumentar su tamaño se oscurecen. Por lo general, los frutos afectados por la pudrición apical maduran más rápido que lo normal (Figura 45).

Para el manejo de esta deficiencia se debe realizar un análisis de suelo previo al establecimiento del cultivo, para determinar la cantidad de Ca disponible en el suelo, así como utilizar cultivares tolerantes.

En plantaciones establecidas se recomiendan aplicaciones correctas y oportunas de fertilizantes a base de Ca, además de un suministro de agua a intervalos regulares para mantener la humedad del suelo uniforme (CATIE 1990).

Quemadura de sol

Ocurre cuando los frutos se exponen directamente al sol especialmente durante época seca. En la mayoría de los casos, los daños se producen por el ataque de enfermedades patogénicas que ocasionan defoliación de la planta, exponiendo los frutos directamente al sol (Figura 46).

Aborto de flores

Puede ser causado por diversos factores, entre los cuales están la alta temperatura y la deficiencia de boro (B), el hierro (Fe) y manganeso (Mn), entre otros elementos (AgroLogica 2016).

Como es conocida la alta temperatura causa la caída de la flor, disminuyendo el rendimiento. En muchos cultivares la temperatura diurna superior a 34° C o a 40° C, por un período consecutivo de 4 horas causa el aborto de flores (Howard Wener 2010).

Destaca Howard Wener (2010) que algunas variedades se adaptan al estrés térmico y la reducción de fotosíntesis no es significativa; sin embargo, otros cultivares intolerantes al calor, pueden tener una alta reducción de fotosíntesis hasta de 65%. Se reduce la producción de carbohidratos que afectan el desarrollo vegetativo y la producción de flores.

¹Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com



Figura 45. Pudrición apical.



Figura 46. Fruto expuesto directamente al sol.

BIBLIOGRAFÍA

AgroLogica. 2016. Deficiencias y excesos nutricionales en tomate: síntomas y corrección (en línea). Consultado 10 de jun. 2016. España. Disponible en <http://blog.agrologica.es/deficiencias-y-excesos-nutricionales-en-cultivo-tomate-sintomas-y-correccion-fertilizantes-nitrogeno-fosforo-potasio-magnesio-calcio-azufre-hierro-zinc-manganeso-boro-molibdeno-cloro/>

CATIE (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. Serie Técnica. Informe Técnico no. 151. 138 p.

Howard Wener, Z. 2010. Evita el aborto de flores del tomate. Hortalizas. Meister Media Worldwide. Consultado 10 de jun. 2016 Disponible en <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/evita-el-aborto-de-las-flores-del-tomate/>

Muriel Baile, M. 1983. Necrosis Apical del Tomate. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación Núm. 6183 HD (en línea). Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España. Disponible en http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1983_06.pdf

CAPÍTULO IX

MANEJO DE MALEZAS

José Ángel Guerra Murillo¹, Orlando Osorio B²

El término maleza se define como “cualquier planta que crece donde no se quiere”, “una planta fuera de lugar”, “cualquier planta que no es cultivo” (Pitty 1997). Se han identificado unas 350,000 especies de plantas, de las cuales 2000 especies son malezas de importancia en la agricultura (Rodríguez 2016).

El manejo integral de malezas en el cultivo de tomate consiste en un sistema que en asociación con el medio ambiente y la dinámica poblacional de las malezas, utiliza todas las estrategias de forma adecuada para mantener las poblaciones de arvenses por debajo del daño económico.

Las malezas en los cultivos interfieren de diferentes formas: compiten por luz solar, agua, nutrimentos y espacio; producen sustancias químicas inhibitoras del crecimiento de los cultivos (alelopatías); reducen el rendimiento y la calidad del producto; son hospederas de plagas insectiles y enfermedades; dificultan las labores agrícolas.

Se estima que en los países en desarrollo se pierden alrededor de 125 millones de toneladas de alimentos debido al daño de las malezas. Con esta cantidad se alimentarían alrededor de 250 millones de personas (Labrada y Parker 1996). En Estados Unidos de América se gastan 15 billones de dólares al año en el control de malezas (Rodríguez 2016).

Monocotiledóneas

Las monocotiledóneas son plantas de hoja angostas, alargadas y sésiles, con nervaduras paralelas o paralelinervadas o formando curvas que no se tocan llamadas curvinervadas. En el cultivo de tomate industrial, estas malezas se pueden manejar con mayor facilidad por la estructura morfológica de sus hojas.

Dentro de las monocotiledóneas se encuentran dos familias de gran importancia económica; las poáceas y las ciperáceas.

Poáceas (gramineae)

Las comunes en este cultivo son: *Digitaria sanguinalis* L. (paja blanca) (Figura 47), *Echinochloa colona* L. (arrocillo) (Figura 48), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (pata de gallina), *Leptochloa filiformis* (Lam) Beauv. (paja de burro), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (sorguillo) (Muñoz y Pitty 1994).



Figura 47. *Digitaria sanguinalis* (paja blanca).

¹Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: guerra.joseangel@gmail.com

²M.Sc. en Protección Vegetal. IDIAP. CIAA. e-mail: odilson24@hotmail.com



Figura 48. *Echinochloa colona* (arrocillo).

Ciperáceas

Existen varias especies de esta familia, se encuentra con mayor densidad poblacional la *Cyperus rotundus* L. (pimentilla) (Figura 49). Uno de los aspectos morfológicos más importantes de esta maleza, es su estructura reproductiva. *C. rotundus* posee tubérculos, rizomas, bulbos basales y raíces adventicias que le permiten competir en cualquier clase de suelo, con la mayoría de los cultivos y en cualquier época del año, además de tener un ciclo vegetativo perenne, lo que hace más difícil su manejo (CIAT 1988).

Dicotiledóneas

Este grupo de malezas son plantas de hojas simples o compuestas (anchas), casi siempre pecioladas y con nervaduras ramificadas en forma de red o retinervadas. Es más complejo su control en el cultivo de tomate industrial, debido a que es una planta que pertenece al mismo grupo.

Entre las malezas dicotiledóneas más comunes en tomate industrial reportadas en la región de Azuero se nombran las siguientes: *Cleome viscosa* L. (quita

ruina) (Figura 50), *Euphorbia hypericifolia* L. (lechosa), *Corchorus orinosensis* H.B.K. (falsa escobilla), *Baltimora recta* L. (cervulaca), *E. heterophylla* L. (flor de pascua de monte), *Portulaca oleracea* L. (verdolaga) (Figura 51), *Heliotropium indicum* L. (cola e alacrán) (Figura 52), *Solanum torvum* Swartz. (friega plato), *Amaranthus spinosus* L. (bledo) (Figura 53), *Physalis angula* L. (topetón), *Sida acuta* Burmf. (escobilla), *S. rhombifolia* L. (escobilla) (Ruíz y Lázaro 1994, Osorio 1998).

Malezas hospederas de virus (Begomovirus)

Entre las malezas hospederas de Begomovirus, que tiene como vector a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) están las siguientes: *Melampodium divaricatum* (L.) Rich. (cervulaca), *Caperonia palustris* (L.) St. Hil, *Euphorbia heterophylla* L. (flor de pascua de monte), *E. hypericifolia* L. (lechosa), *Jatropha gossypifolia* L. (frailecillo), *Croton hirtus* L. Her. (crotón), *Herissantia crispa* (L.) Medic. (guazimillo), *Malvastrum americanum* (L.) Torr (malva), *Sida acuta* Burmf. (escobilla) (Figura 54), *Sida rhombifolia* L. (escobilla), *Malachra alceifolia* Jacq. (malva), *Solanum torvum* Swartz. (friega platos), *Physalis angulata* L. (topetón) (Figura 55) (Osorio 1998).



Figura 49. *Cyperus rotundus* (pimentilla).



Figura 50. *Cleome viscosa* (quita ruina).



Figura 52. *Heliotropium indicum* (cola de alacrán).



Figura 51. *Portulaca oleracea* (verdolaga).



Figura 53. *Amaranthus spinosus* (bledo).

MANEJO INTEGRAL DE LAS MALEZAS

Son varias las definiciones del concepto de Manejo Integrado de Malezas. Para Genta y Villamil (1992) “es un método donde se integran todas las tecnologías disponibles para reducir las pérdidas en el rendimiento y calidad de los cultivos causados por las malezas, al tiempo que minimiza los daños al ambiente”.

Della Penna (2012) es más amplio. Define el manejo como la “aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios se limite al mínimo necesario para mantener la población de malezas en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables económicamente”.

Ambas conceptualizaciones coinciden en la integración de varias tecnologías para disminuir pérdidas económicas utilizando de manera racional o limitadamente los plaguicidas sintéticos tendientes a reducir los daños por la maleza, sin afectar significativamente el ambiente.

Uno de los aspectos más importantes en el manejo integral de malezas, es la identificación de las especies invasoras. El conocimiento del ciclo biológico de la maleza, es importante en la selección de la práctica de manejo, puesto que se puede determinar el momento oportuno de implementación de la práctica (Pitty y Muñoz 1991). En el cultivo de tomate industrial, se pueden establecer varias estrategias; entre ellas se tienen las siguientes:

Eliminación de malezas hospederas de Begomovirus

Se debe suprimir las malezas invasoras dentro de las parcelas o de contorno antes de la siembra, esto con la finalidad de retrasar el desarrollo de la epifitía. Una vez terminada la cosecha se debe eliminar las malezas para disminuir el banco de semilla y reducir la fuente de inóculo primario (Begomovirus) en siembras posteriores.

Preparación de suelo

Se debe realizar de dos a tres pases de rastra, dependiendo de la humedad y tipo de suelo, esta práctica remueve el suelo para controlar la generación de malezas presentes y se crea un ambiente favorable para el cultivo. La preparación del suelo debe efectuarse a los 45 días



Figura 54. *Sida acuta* (escobilla).



Figura 55. *Physalis angulata* (topetón).

antes del trasplante; esta práctica complementada con el control químico de un herbicida sistémico, es efectivo para reducir la maleza conocida por su nombre común pimentilla (*Cyperus rotundus*), ya que expone a la superficie del suelo las estructuras de reproducción (rizomas y tubérculos), lo que conlleva mayor absorción del herbicida por parte de la maleza.

Utilización de semilla certificada

El uso de semilla certificada proporciona una excelente calidad y vigor, lo que permite al cultivo competir con las malezas con mayor facilidad, principalmente, las que inciden desde el trasplante. Además, esta semilla garantiza estar libre de malezas.

Fertilización

Al momento de fertilizar debe tomar en cuenta el análisis de suelo, con la finalidad de aumentar la tasa de crecimiento del cultivo y permitir el mejor aprovechamiento de los nutrientes. Una adecuada fertilización del cultivo consiste en hacer aplicaciones de abono en bandas cercanas a las líneas de cultivo o incorporando el fertilizante en el suelo debajo del surco, previo al trasplante. Un cultivo fertilizado crece más rápido que las malezas, formando un sistema radical más extenso y profundo, además desarrolla más área foliar. Esto permite al cultivo tener algunas ventajas sobre las malezas, en cuanto al aprovechamiento del agua, nutrimentos, espacio, suelo y luz solar.

Es recomendable la utilización de fertilizantes hidrosolubles para aplicarlos por fertirriego, dado que reduce el riesgo de competencia de las malezas, en la utilización del fertilizante.

Rotación de cultivos

Ciertas malezas tienden asociarse con el cultivo de tomate, si el mismo cultivo se desarrolla frecuentemente durante varios años, estas malezas alcanzan altas densidades; una adecuada rotación de cultivos interrumpe este ciclo y diversifica además la presión de selección por determinadas especies. La rotación de cultivos permite aplicar herbicidas diferentes para evitar la resistencia de las malezas. Es necesario utilizar plantas que sus características morfológicas, fisiológicas y requerimientos

agronómicos sean diferentes; por ejemplo: alternar con cultivos que varíen en sus características, como las poáceas.

Control mecánico

Este tipo de control se aplica directamente a la maleza, sin llegar a manipular al cultivo de tomate. Generalmente, se implementa cuando hay emergencia de malezas dicotiledóneas, después de haber aplicado otras prácticas de control. La remoción de la maleza se hace y es efectiva para especies que no rebrotan. Se puede realizar a mano, con machete, azadón (aporque) y azadas rotativas.

También, se puede realizar un control con monocultores y chapiadoras; sin embargo, se requieren varias pasadas para alcanzar un buen control, ya que las malezas rebrotan rápidamente y muchas semillas germinan después de hacer el pase con el equipo agrícola.

Control químico

Aunque en Panamá, se requiere de más investigaciones específicas sobre el manejo de malezas en tomate, se considera que el período crítico de la mayoría de las hortalizas está comprendido en el primer tercio de su ciclo vegetativo, aunque depende de otros factores tales como: morfología de la planta, distancia de siembra y especies de malezas presentes, entre otros (Lezcano 2003).

De acuerdo a lo observado en campo, las malezas deben controlarse en los primeros 18 a 20 días después del trasplante, lo que sumado a los días en que se mantiene en las bandejas germinadoras sin malezas, coincide con lo anteriormente planteado.

Los herbicidas deben ser la última alternativa en un programa de manejo de malezas; sin embargo, éstos son los primeros en utilizarse, debido a su facilidad de aplicación, economía y requiere menor cantidad de mano de obra. Incluso se asegura que la agricultura de los países desarrollados sea exitosa, en las últimas décadas, debido en gran parte al uso de los herbicidas. Utilizados adecuadamente, dentro de un sistema integrado de manejo de malezas, pueden ser seguros y de mínimo riesgo para el productor y el ambiente (Labrada y Parker 1996, Zaragoza 2016).

En el Cuadro 6 se detallan los herbicidas recomendados para el control de malezas en el cultivo de tomate. Algunos de ellos como el metribuzin, son alternativas

químicas de control que datan desde la década del 80 y que aún son eficientes en el manejo de malezas en el cultivo (De León *et al.* 1984).

CUADRO 6. HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS.

Nombre Genérico	Malezas que Controla	Dosis (g i.a./ha)	Dosis de Producto Comercial	Momento de Aplicación
Glifosato (35.6% p/v)	Poáceas, ciperáceas y hoja ancha	712-1424	2.0 a 4.0 L	Desde 30 días antes del trasplante
Fluazifop-P-butil (12.5% p/v)	Poáceas	42-125	1.0 L	Post emergente a la maleza y al cultivo
Cletodim (24% p/v)	Poáceas	96-120	0.4-0.5 L	Post emergente a la maleza y al cultivo
Propaquizafop (10% p/v)	Poáceas	50-100	0.5-1.0 L	Post emergente a la maleza y al cultivo
Metribuzin (70%)	Poáceas y Dicotiledóneas	350-525	0.5 -0.75 kg	Post emergente a la maleza (3-4 hojas) y al cultivo

p/v = peso/volumen

post emergente = cuando esté la maleza y el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1988. El Coquito (*Cyperus rotundus* L.): Biología, Manejo y Control. Guía de estudio. 2 ed. Cali, CO. 71 p.
- Della Penna, A. 2012. Manejo de Malezas (en línea). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Belgrano. Buenos Aires, AR. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807115512.pdf>
- De León, G; Lasso, R; Name, B. 1984. Guía para el productor de tomate industrial. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 3 ed. Publicación Divulgativa. 132 p.
- Genta, HJ; Villamil, JM. 1992. Manual de control de malezas en hortalizas. Serie Técnica No. 21 (en línea). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Editado por la Unidad de Difusión e Información del INIA Andes. Montevideo, UY. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807115512.pdf>
- Labrada, R; Parker C. 1996. El control de malezas en el contexto de manejo integrado de plagas (en línea). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s05.htm#período crítico de la competencia de malezas y umbrales econ&oacut>
- Lezcano, JA. 2003. Control químico de malezas en semillero de cebolla (*Allium cepa*) en Cerro Punta. Ciencia Agropecuaria. Ciencia Agropecuaria (13): 39-54.

- Muñoz, R; Pitty, A. 1994. Guía fotográfica para la identificación de malezas. Parte 1. Zamorano, HN. Ed. HA Barleta. Escuela Agrícola Panamericana. 124 p.
- Osorio, O. 1998. Identificación de malezas hospederas de Geminivirus del tomate. Panamá. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. 65 p.
- Pitty, A. 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. El Zamorano, HN. Escuela Agrícola. Panamericana. 299 p.
- Pitty, A; Muñoz, R. 1991. Guía Práctica para el Manejo de Malezas. Barleta, H; García, JM. eds. Zamorano, HN. Escuela Agrícola Panamericana. 223 p.
- Rodríguez, P. 2016. Aspectos fisiológicos de las malezas (diapositivas) (en línea). Mayagüez, PR. 44 diapositivas. Consultado 15 jun. 2016. Disponible en <http://academic.uprm.edu/rodriguezp/HTMLobj-95/aspectosfisiologicosymorfologicosdemalezas.pdf>
- Ruíz, R; Lázaro, E. 1994. *Bemisia tabaci* (Genn) (Homóptera: Aleyrodidae) y sus plantas hospederas silvestres en la Península de Azuero, Panamá. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Panamá. 63 p.
- Zaragoza, C. 2016. Manejo de Malezas en cultivos de hortalizas (en línea). Departamento de documentos de la FAO. Consultado 24 jul. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0b.htm>

CRÉDITOS

Manual técnico

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL

Tercera edición revisada

Es una publicación del



Comité de revisión técnica

Carmen Bieberach Forero, M.Sc.

Ladislao Guerra, M.Sc.

Edición

Neysa Garrido Calderón, M.Sc.

Diagramación

Gregoria Hurtado

Tiraje

100 ejemplares

