

MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Nodo Hortícola

VI Región



MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Nodo Hortícola

VI Región



Víctor Escalona C. Ing. Agr. Dr.

Pablo Alvarado V. Ing. Agr. M.S.

Hernán Monardes M. Ing. Agr.

Claudio Urbina Z. Ing. Agr.

Alejandra Martín B. Ing. (E) Agr.

ÍNDICE

1.	Importancia económica del cultivo en la región, país y el mundo.....	5
1.1.	Superficie cultivada y destino de la producción	
1.2.	Rendimientos y estacionalidad de la producción en Chile	
1.3.	Referencias	
2.	Características botánicas.....	10
2.1.	Origen	
2.2.	Taxonomía y morfología	
2.3.	Referencias	
3.	Requerimientos de clima y suelo.....	13
3.1.	Clima	
3.2.	Suelo	
3.3.	Referencias	
4.	Variedades de tomate.....	15
4.1.	Tipos de variedades especiales	
4.2.	Referencias	
5.	Preparación del terreno.....	19
5.1.	Laboreo primario	
5.2.	Labores específicas y marco de plantación	
5.3.	Referencias	
6.	Riego en tomate.....	25
6.1.	Requerimiento de agua	
6.2.	¿Cuándo regar?	
6.3.	¿Como regar?	
6.4.	¿Cuanto regar?	
6.5.	Referencias	
7.	Nutrición y fertilización del tomate.....	30
7.1.	Elementos esenciales	
7.2.	Formulación de una recomendación de abonado	
7.3.	Análisis de la fertilidad de un suelo	
7.4.	pH del suelo	
7.5.	Contenido de materia orgánica	
7.6.	Conductividad eléctrica	
7.7.	Nivel crítico de los elementos en el suelo	
7.8.	Demanda de nitrógeno y fósforo	
7.9.	Referencias	
8.	Manejo Integrado de las principales plagas y enfermedades.....	36
8.1.	Conceptos generales del fundamento de las fitopatologías	
8.2.	Conceptos generales de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE)	
8.3.	Principales enfermedades del cultivo	
8.3.1.	Enfermedades bacterianas	
8.3.2.	Enfermedades fungosas	
8.3.3.	Enfermedades virales	

8.4.	Principales plagas del cultivo	
8.5.	Conceptos generales de manejo de las malezas durante el cultivo	
8.6.	Referencias	
9.	Manejo sustentable del cultivo del tomate	47
9.1.	Buenas prácticas agrícolas	
9.1.1.	Auditoria interna, mantenimiento de registros y trazabilidad.	
9.1.2.	Manejo del cultivo	
9.1.3.	Gestión del suelo y los sustratos	
9.1.4.	Protección del cultivo	
9.1.5.	Riego	
9.1.6.	Fertilización	
9.1.7.	Cosecha y postcosecha	
9.1.8.	Manejo del producto	
9.1.9.	Gestión de residuos y agentes contaminantes (reciclaje y reutilización)	
9.1.10.	Salud, seguridad y bienestar laboral	
9.1.11.	Medio ambiente	
9.1.12.	Reclamos	
9.2.	Manejo de residuos en el cultivo del tomate	
9.2.1.	Residuos inorgánicos	
9.2.2.	Residuos orgánicos	
9.3.	Referencias	
10.	Cosecha, postcosecha y comercialización de tomate fresco.....	54
10.1.	Madurez y cosecha	
10.2.	Acondicionamiento, selección y embalaje	
10.3.	Selección	
10.4.	Envasado y paletizado	
10.5.	Enfriamiento	
10.6.	Manejo de la temperatura	
10.7.	Daños mecánicos	
10.8.	Maduración de tomates	
10.9.	Pudriciones	
10.10.	Tratamientos de postcosecha alternativos	
10.11.	Cadena de distribución	
10.12.	Envases	
10.13.	Almacenamiento y comercialización	
10.14.	Mejoramiento genético	
10.15.	Referencias	

1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO EN LA REGIÓN, PAÍS Y EL MUNDO

Hernán Monardes M.

1.1. Superficie cultivada y destino de la producción

El tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie.

Es cultivado en muchas zonas, con amplia variabilidad de condiciones de clima y suelo, aunque se cultiva principalmente en climas secos, tanto para producción en estado fresco como para uso agroindustrial.

La producción global de tomates para consumo en fresco y proceso se estimaba en 108 millones de toneladas métricas, con un rendimiento promedio de 36 ton / ha. Asia produce más de la mitad del tomate que se produce en el mundo.

De acuerdo a cifras de FAO, el comercio mundial de tomate y sus productos creció en un 33% entre 1991 y 2001, debido fundamentalmente a los tomates frescos, cuyo comercio explica el 75% de este aumento. La pulpa y el jugo de tomates se han mantenido relativamente constantes en términos de valor de exportación-

La pulpa de tomates es lejos, el principal producto que se obtiene del proceso agroindustrial del tomate, con una producción mundial que subió de las 2,74 millones de toneladas en 1990, a los 4 millones de toneladas en 2002. Estados Unidos produce más del 40% del total de la producción mundial. Los mayores productores mundiales de pasta de tomates, después de los EE.UU. son Italia, Turquía, Grecia y China.

En los últimos años China ha tomado un rol protagónico en el comercio mundial de tomates.

En lo que se refiere a tomate para consumo fresco, los siguientes son los principales países productores (FAO) (cuadro 1).

Cuadro 1. Producción mundial de tomate de consumo fresco.

País	Producción tomate consumo fresco. 2002 (ton)
China	25.466.211
Estados Unidos	10.250.000
Turquía	9.000.000
India	8.500.000
Italia	7.000.000
Egipto	6.328.720
España	3.600.000
Brasil	3.518.163
Rep. Islámica de Irán	3.000.000
México	2.100.000
Grecia	2.000.000
Federación de Rusia	1.950.000
Chile	1.200.000
Portugal	1.132.000
Ucrania	1.100.000
Uzbekistán	1.000.000
Marruecos	881.000
Nigeria	879.000
Francia	870.000
Túnez	850.000
Argelia	800.000
Japón	797.600
Argentina	700.000

Fuente: FAO, 2009.

La producción de tomate para uso agroindustrial se estimaba para 1996 en 26 millones de toneladas. En la actualidad, transcurridos más de 10 años, ésta se estima en 40 millones de toneladas. Al igual que en el caso del tomate de consumo fresco, los mayores países productores se sitúan en el Hemisferio Norte, el cual genera prácticamente el 90% de la oferta mundial. Estados Unidos es el mayor productor mundial con volúmenes equivalentes a más del 40% del total. Italia es el segundo productor más importante a

nivel mundial, con volúmenes de alrededor del 14% del total. Turquía, Grecia, España y Portugal son también productores. Brasil y Chile son los productores más importantes del Hemisferio Sur y representan el 3,5% y el 3% del volumen total, respectivamente.

En Chile, se cultivan actualmente más de 13.300 hectáreas de tomate, prácticamente el 15% de las 90.000 hectáreas cultivadas comercialmente con hortalizas a nivel nacional (INE, 2008). De esas 13.000 hectáreas, un 50% está constituido por plantaciones para consumo fresco y el otro 50% por plantaciones con destino agroindustrial, específicamente para la elaboración de pulpa concentrada (cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie Nacional de tomate al año 2007

	Tomate de consumo fresco			Tomate de uso agroindustrial	Total
	Total	Aire Libre	Invernadero		
XV de Arica y Parinacota	843,1	843,1	0	0	843,1
I de Tarapacá	0,8	0,8	0	0	0,8
II de Antofagasta	0,1	0	0,1	0	0,1
III de Atacama	223	192	31	0	223
IV de Coquimbo	358	304	54	0	358
V de Valparaíso	1.185	482	702	25	1.210
Región Metropolitana de Santiago	1.083	1.052	31	68	1.151
VI de O'Higgins	1.066	979	87	2604	3.670
VII del Maule	943	801	142	4031	4.974
VIII del Bío-Bío	469	462	7	169	638
IX de La Araucanía	170	162	8	0	170
XIV de Los Ríos	4	3	1	0	4
X de Los Lagos	3	1	2	0	3
XI Aysén	0,2	0	0,2	0	0,2
XII de Magallanes y Antártica	1	0	1	0	1
Total	6.349	5.282	1.067	6898	13.247

Fuente: INE, 2008

Es necesario hacer notar, que después del año 2000, la superficie de tomate industrial sufrió una fuerte contracción como consecuencia de la baja en el precio internacional derivada del ingreso de China al mercado mundial, llevándola desde 14.000 a las 7.000 ha actuales.

Con todo, el tomate es la principal hortaliza a nivel nacional, tanto por la superficie cultivada, como por la envergadura de los negocios que genera tanto en el ámbito del consumo fresco interno como los derivados de su utilización agroindustrial.

Una de las características del tomate es que, a partir de los dos principales destinos (usos) de la producción se han generado 2 tecnologías de productivas bien diferenciadas, lo que desde luego abarca variedades y métodos de cultivo y cosecha.

Tal vez sea esta la razón para que la estadística oficial (INE) haya, inexplicable e ignorantemente, dejado de considerar al tomate industrial como hortaliza y lo coloque ahora dentro del grupo de los “cultivos industriales”. De no haberse diferenciado las 2 tecnologías productivas antes comentadas, el tomate industrial aun estaría aportando a la superficie hortícola nacional.

El tomate es también la principal hortaliza cultivada en invernadero y representa al 70% de la superficie hortícola nacional en invernadero. De las aproximadamente 6.400 hectáreas cultivadas comercialmente de tomate de consumo fresco, 1.100 hectáreas (17%) se cultivan bajo invernadero.

Dentro de la VI Región del Libertador Bernardo O’Higgins se cultivan unas 3.600 hectáreas de tomate. De éstas, poco más de 1.000 hectáreas son de tomate de consumo fresco y las restantes 2.600 hectáreas son de tomate para uso agroindustrial. En términos relativos, la VI Región representa un 17% de la superficie nacional de tomate fresco y un 38% de la superficie nacional de tomate para uso agroindustrial.

El cultivo del tomate de consumo fresco se concentra principalmente en la provincia de Cachapoal (75% de la superficie regional dedicada a tomate de consumo fresco) y dentro de ella, en la comuna de San Vicente de Tagua Tagua (40%). Otras comunas productoras de tomate son Pichidegua (107 ha, 11%), Rengo (98 ha, 10%), Malloa (62 ha, 6.3%) y Quinta de Tilcoco (59 ha, 6%). El cultivo de tomate para uso agroindustrial se concentra principalmente en las comunas de Santa Cruz (550 ha, 21%), Rancagua (446 ha, 17%), Palmilla (270 ha, 10%), Rengo (237 ha, 9%). Las comunas de Pichidegua y San Vicente de Tagua Tagua concentran el 80% de la superficie de tomate en invernadero de la VI Región.

1.2. Rendimientos y estacionalidad de la producción en Chile

Siendo una hortaliza de estación cálida y a pesar de su gran sensibilidad a las heladas, el tomate de consumo fresco está presente en los mercados del país durante todo el año. El amplio rango de condiciones agroclimáticas que ofrece el país hace posible su cultivo desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos.

La combinación de diferentes zonas geográficas y condiciones agroclimáticas unida a extensión de la cosecha de las variedades de hábito indeterminado, hacen posible el abastecimiento del mercado durante gran parte del año. La producción en invernadero complementa la producción al aire libre cuanto ésta es incapaz de abastecer el mercado.

La XV Región de Arica y Parinacota produce tomates al aire libre en pleno invierno – desde mediados de mayo para abastecer a los mercados de las Regiones centrales del país, hasta fines de agosto, cuando es desplazada por la producción en invernadero de Copiapó y Ovalle. Hacia fines de octubre la producción en invernadero de la V Región de Valparaíso (Quillota, Limache) se hace cargo de abastecer el mercado hasta fines de diciembre, cuando ya aparecen los primeros tomates tempranos de la zona central. La plena temporada de tomate fresco, suplida por la zona central (Regiones Metropolitana, VI y VII), se extiende hasta principios de abril.

La producción al aire libre de Ovalle tiene un importante rol en el abastecimiento del mercado en la temporada tardía, la que se extiende desde principios de abril hasta mediados de mayo, cuando enlaza con la producción de Arica.

La producción de tomate para uso agroindustrial está concentrada geográficamente a las Regiones VI y VII, ya que esta es el área de influencia de las plantas procesadoras de pulpa concentrada. Por otro lado, el período de cosecha es más definido debido al uso de variedades de hábito determinado. En general, el período de cosecha se extiende desde fines de enero a mediados de marzo.

En cuanto a rendimientos, el promedio nacional de tomate para consumo fresco cultivado al aire libre es de 40 ton / há. Sin embargo, un rendimiento normal debería superar las 55-60 ton / há y uno bueno debería ser sobre las 80 ton / há.

Un rendimiento normal de tomate en invernadero debería ser de 100 ton / há y un rendimiento bueno debería superar las 120 ton / há.

En lo referente a tomate industrial, los agricultores están obteniendo normalmente 80 ton / ha. Buenos rendimientos deberían estar por sobre las 100 ton / há.

1.3. Referencias

FAO. 2009. Faostat Database. Disponible en: www.fao.org.

Giaconi M, V. y Escaff G., M. 2004. Cultivo de Hortalizas. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 342 p.

INE. 2008. Instituto Nacional de Estadísticas. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Chile. Disponible en: www.censoagropecuario.cl.

Magoon, C. E. 1969. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 44 p.

2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Hernán Monardes M.

2.1. Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta. Luego, fue llevado por los conquistadores a Europa. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos y para entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá.

2.2. Taxonomía y Morfología

Familia Solanaceae.

Especie: *Lycopersicon esculentum* Mill.

El tomate cultivado corresponde, básicamente, a *L. esculentum*, aunque también se cultiva una fracción de la variedad botánica *cerasiforme* y de *Lycopersicon pimpinellifolium* ("cherry", "cereza", o "de cóctel"). El mejoramiento ha generado muchas variedades distintas para fines muy específicos.

Planta: El tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. La planta indeterminada es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En ella, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminando siempre con un ápice vegetativo. A diferencia de esta, la planta determinada tiene tallos con segmentos que presentan progresivamente menos hojas por inflorescencia y terminan en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado.

Sistema radical: El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de cultivo, se daña la raíz pivotante y la planta desarrolla resulta en un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil.

Tallo principal: Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (figura 1).

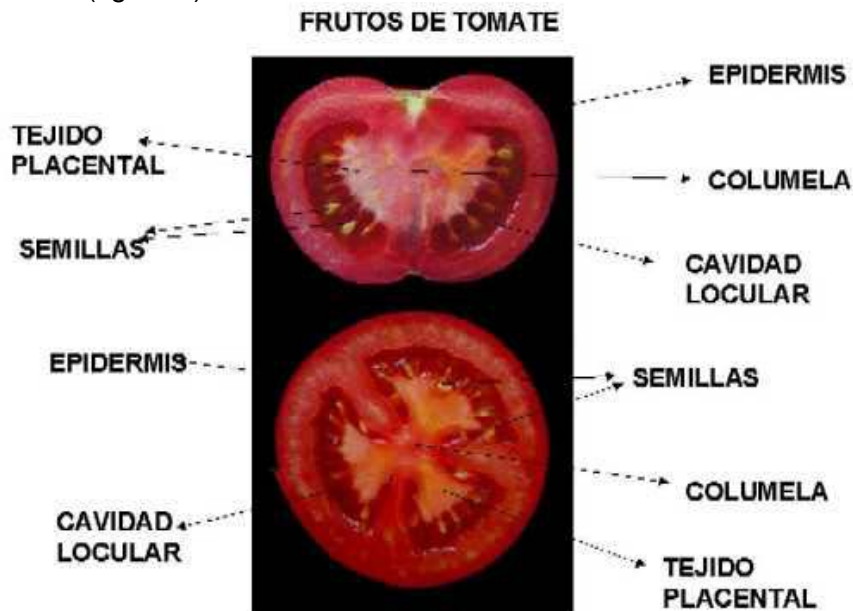
Hojas: Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo (figura 1).



Figura 1. Hojas y tallos de tomate.

Flor: La flor del tomate es perfecta. Consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”,. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

Fruto: baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (figura 2).



© Samuel Contreras
Figura 2. Fruto de tomate.

2.3. Referencias

Calleja R., P. 2009. El Tomate Terapéutico. En: [www.infoagro.com/noticias /2009/3/5562](http://www.infoagro.com/noticias/2009/3/5562). Consultado en: marzo de 2009.

Esquinas-Alcázar, J. y Nuez V., F. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. En: El cultivo del tomate. F. Nuez ed. Mundi-Prensa. 793 p.

Giaconi M, V. y Escaff G., M. 2004. Cultivo de hortalizas. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. XV ed. 337 p.

Magoon, C. E. 1969. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 44 p.

3. REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO

Hernán Monardes M.

3.1. Clima

El tomate es una especie de estación cálida razonablemente tolerante al calor y a la sequía y sensible a las heladas. Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. Aunque se produce en una amplia gama de condiciones de clima y suelo, prospera mejor en climas secos con temperaturas moderadas.

La humedad relativa óptima para el desarrollo del tomate varía entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede también tener su origen en un exceso de humedad en el suelo o riego abundante a continuación de un período de estrés hídrico. Por otro lado, la humedad relativa demasiado baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

La planta de tomate necesita un período entre 3 y 4 meses entre su establecimiento y la cosecha del primer fruto. La temperatura media mensual óptima para su desarrollo varía entre 21 y 24°C, aunque se puede producir entre los 18 y 25°C. Cuando la temperatura media mensual sobrepasa los 27°C, las plantas de tomate no prosperan.

Temperaturas sobre los 30°C afectan la fructificación. Asimismo, la temperatura nocturna puede ser determinante en la cuaja, pues debe ser suficientemente fresca (15 a 22°C). Las temperaturas inferiores a 12 - 15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta y pueden provocar frutos deformes. En general, con temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula.

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

La planta detiene su crecimiento entre los 10°C y 12°C y se hiela a -2°C. Las temperaturas críticas del tomate pueden resumirse en el cuadro 1.

Cuadro 1. Temperaturas críticas de tomate

Se hiela la planta		-2°C
Detiene su desarrollo		10 – 12 °C
Desarrollo normal de la planta		18 – 25 °C
Mayor desarrollo de la planta		21 – 24 °C
Germinación óptima		25 – 30 °C
Temperaturas óptimas		
Desarrollo	Diurna	23 – 26 °C
	Nocturna	13 – 16 °C
Floración	Diurna	23 – 26 °C
	Nocturna	15 – 18 °C
Maduración		15 – 22 °C

3.2. Suelo

Aunque el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos profundos (1 m o más), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil. Suelos con temperaturas entre los 15 y 25°C favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del trasplante. El pH debe estar entre 5,5 y 6,8.

3.3. Referencias

Calleja R., P. 2009. El Tomate Terapéutico. En: [www.infoagro.com/noticias /2009/3/5562](http://www.infoagro.com/noticias/2009/3/5562). Consultado en: marzo de 2009.

Esquinas-Alcázar, J. y Nuez V., F. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. En: El cultivo del tomate. F. Nuez ed. Mundi-Prensa. 793 p.

Giaconi M, V. y Escaff G., M. 2004. Cultivo de hortalizas. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. XV ed. 337 p.

Magoon, C. E. 1969. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 44 p.

4. VARIEDADES DE TOMATE

Pablo Alvarado V.

El tomate es una hortaliza con gran diversidad, hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza), entre otras, hay variedades destinadas para consumo fresco y otras para procesado industrial y dentro de este grupo, muchas especializaciones del producto.

Las preferencias por un tipo determinado son muy variadas y van en función del país, tipo de población, uso al que se destina, etc. En general las características más apreciadas en el tomate para consumo en fresco son el color y el sabor.

Las preferencias cambian también según las costumbres de cada país, por ejemplo, los japoneses y chinos gustan de tomates con baja acidez porque los suelen consumir como fruta, pero en la mayoría de países tropicales, donde los tomates se usan cocinados, se acepta una alta acidez.

En Estados Unidos el tomate en fresco no tiene tanta importancia como en Europa y además el consumidor americano es menos exigente que el europeo, por lo que predomina el tomate sin entutorar, con recolección mecánica, que nunca alcanza la calidad y presentación que exigen los mercados europeos. Dentro de este último mercado hay también tendencias claramente definidas. Así, en los países mediterráneos (Portugal, España e Italia) y el sureste francés se venden tomates asurcados, aunque con una tendencia en los últimos años hacia tomates lisos. En los restantes países se muestra una amplia preferencia hacia este último tipo de tomate.

En general son más apreciados los tomates grandes para ensaladas y bocadillos. Los sistemas de clasificación de acuerdo al tamaño del fruto son adoptados sobre todo en los países desarrollados, mientras que en los países en vías de desarrollo esta característica no constituye una limitación para su comercialización.

La forma es otra característica con marcadas diferencias en cuanto a preferencias en los dos grupos de países. En general se prefieren los tomates redondos, sin embargo, la población rural en países como Filipinas y Ecuador esta acostumbrada a consumir tomates achatados de forma irregular.

Las preferencias por el color son extremadamente variables dependiendo de los países, de la estación y del uso al que se destina. En Taiwán los tomates se recolectan cuando empieza el viraje de color y se venden antes de alcanzar la madurez, prefiriendo un tomate con hombros marcados y con el color rojo subiendo progresivamente desde el extremo pistilar al peduncular.

Los tomates con hombros verdes también tienen buena aceptación en Brasil y Colombia por su desigual maduración. En Europa y Norteamérica son mas apreciados los tomates rojos en la madurez, pero hay excepciones. En determinadas áreas de EEUU se producen tomates de color rosa. También en Japón y Corea se vende este tipo de tomates, aunque no sean los prioritarios.

La creación de nuevas variedades ha adquirido gran incremento en los últimos años, como resultado de nuevas técnicas, de nuevas exigencias agrícolas e industriales y de problemas derivados de la presencia de nuevas enfermedades y plagas.

En la actualidad existe un permanente reemplazo de buenas variedades por otras con mejores atributos, y el ritmo de cambio es tan dinámico que se hace difícil componer una lista de las variedades en uso. De ahí la importancia de consultar a los técnicos que conocen el área sobre cual variedad usar para un objetivo específico, en un lugar determinado.

Según el hábito de crecimiento, las variedades de tomate se pueden clasificar en dos grupos, las de crecimiento indeterminado, que son aquellas de hábito guiador, cuyo ápice ubicado en la parte extrema del tallo, sigue creciendo indefinidamente. Desde la base del tallo, en forma alternada van apareciendo hojas y en torno a la novena hoja hace su aparición el primer racimo, luego siguen 3 hojas más y aparece el segundo racimo, y así continúa indefinidamente. También aparecen, en las axilas formadas por el tallo y los pecíolos de las hojas, nuevos brotes que seguirán el mismo patrón que el tallo principal, pero que generalmente son removidos según el sistema de poda que se aplique.

En tanto las variedades de crecimiento determinado, los tallos terminan en un ramillete floral que marca el punto donde se termina el crecimiento, por eso se les denomina también como variedades de “autopoda” y los racimos aparecen cada 2 hojas.

No obstante lo anterior, algunas variedades muestran comportamiento intermedio y se les denomina variedades semideterminadas, pero son las menos.

Otra forma de clasificar las variedades de tomate corresponde al uso que se le va a dar, por ejemplo hay variedades específicas para uso industrial, y dentro de este grupo las hay para jugos, puré, pastas y concentrado; para enlatados de tomate natural enteros y pelados, para salsas, deshidratado, tomate confitado, en polvo y encurtido. En estas variedades de uso industrial se privilegia aquellas que tienen incorporado el gene “joinless” que facilita el desprendimiento del fruto sin el pedúnculo, lo que permite la cosecha mecanizada, las de crecimiento determinado para concentrar la producción y hacer una sola cosecha, y características del fruto como color rojo intenso y uniforme, firme, elevado contenido de sólidos, alta viscosidad, pH inferior a 4,5 y moderada acidez.

Por otra parte, están las variedades para consumo en estado fresco, y éstas se pueden agrupar en aquellas que se cultiven bajo invernadero y las que se cultivarán al aire libre. Además destacan las variedades para producción de tomates en racimo, como las variedades de larga vida.

De acuerdo a su constitución genética hay dos grandes grupos, las variedades estándares, donde en su formación no hay un manejo de la polinización, en consecuencia las plantas son fundamentalmente homocigotas, y por otro lado las variedades híbridas donde está claramente definida la constitución genética de los padres y la polinización es controlada para asegurar la heterocigosis. En la actualidad, este grupo, a pesar de tener un importante mayor costo la semilla se ha impuesto por sobre las variedades estándares, por su mayor rendimiento, mejores características de la planta y superior calidad de sus frutos.

La investigación orientada al mejoramiento de las variedades de tomate para introducirles resistencias o tolerancias a determinadas enfermedades y a agentes bióticos o abióticos que

afectan el desarrollo de las plantas, ha tenido notables progresos, y está utilizando cierta nomenclatura que es importante saber:

V	<i>Verticillium albo-atrum</i>
F1	<i>Fusarium oxisporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i> raza 1
F2	<i>Fusarium oxisporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i> raza 2
ASC	<i>Alternaria solani</i>
Ph	<i>Phytophthora infestans</i>
C1	<i>Cladosporium fulvum</i> raza A
C2	<i>Cladosporium fulvum</i> razas AB
C3	<i>Cladosporium fulvum</i> razas ABC
C4	<i>Cladosporium fulvum</i> razas ABCD
C5	<i>Cladosporium fulvum</i> razas ABCDE
P	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>
St	<i>Stemphyllium solani</i>
N	<i>Meloidogyne</i> sp.
TMV	<i>Tobacco mosaic virus</i>
ToMV	<i>Tomato mosaic virus</i>
TYLC	<i>Tomato yellow leaf curl</i>
TSWV	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
Pto	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>
Sal	Salinidad
Wi	Plateado o "silvering"

4.1. Tipos de variedades especiales

La variedad de tomate limachino, que por muchos años fue la principal variedad de tomate consumida en Chile, fue sustituida por otras variedades que presentaron una mayor firmeza de sus frutos y en consecuencia disminuyó las pérdidas de frutos durante la postcosecha. Contemporáneo a dicha variedad tomó gran auge las variedades marmarande y supermarmarande, de frutos acostillados y frutos de tamaño mediano a grande, cercano al tipo beefsteak ampliamente cultivado en otros países que se utilizaban rebanados cubriendo gran parte de la superficie del plato.

En la década de los sesenta, en Chile comenzó a dominar las variedades de frutos redondos y lisos, que se mantiene hasta hoy, solo que a fines de los ochenta hizo su aparición los tomates de larga vida comercial, que sin cambiar la forma y superficie de los frutos, por una condición genética, incorporación de un gene como nr (never ripe), rin (ripening inhibitor), o nor (nonripening) que detienen el proceso de la maduración. Si bien las variedades larga vida han facilitado el transporte a largas distancias, y le ha dado mayor tiempo para la comercialización, se afectó bastante el sabor y el aroma del fruto, siendo denominado por el público como "tomates de plástico".

Más recientemente en Chile está aumentando el uso tomate cereza en cócteles o acompañando a otros vegetales en platos preparados, y en otras latitudes están apareciendo nuevas variedades del tipo funcional, que promueven salud, ya que el tomate contiene un compuesto denominado "licopeno" asociado al color rojo, con características anti cancerígenas. Una de las primeras variedades funcionales comerciales, producida mediante transgenia es la variedad Tomateraf, de gran sabor y que se puede consumir desde sus primeros estados de madurez.

4.2. Referencias

Aranceta, J. 2006. Fruta, verduras y salud. Elsevier, España. 286 p.

Biggs, M. 2004. El gran libro de las hortalizas. RBA Integral. 258 p.

Díez, M.J. 1995. Tipos varietales. en El Cultivo del Tomate. Mundi-Prensa, Madrid. 793 p.

Giaconi, V. y Escaff, M. 2004. Cultivo de hortalizas. 15ª ed. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 337 p.

Maroto, J. V. 2000. Horticultura herbácea especial. Mundi-Prensa, Madrid.

5. PREPARACION DEL TERRENO

Pablo Alvarado V.

Una buena preparación de suelos es el resultado de diversas operaciones de campo realizadas con el tractor agrícola e implementos para ello, dicho resultado se refleja en una condición de la zona de arraigamiento de las plantas, que permita mejorar la capacidad de retención y almacenamiento de agua y oxígeno en el suelo. Además fomentar la actividad biótica de los organismos que viven en el suelo.

Preparar el suelo ha sido una necesidad para facilitar el trabajo de las sembradoras tradicionales (para que depositen la semilla en forma precisa de profundidad, distancias y contacto permanente con el suelo), pero que en el caso de tomate, que el trasplante se vea facilitado con la preparación del suelo, y el plantín continúe su crecimiento en el campo, sin limitaciones.

En la actualidad existen prácticas innovadoras del manejo del suelo para la siembra directa, sin voltearlo, gracias al uso de implementos que permiten acondicionar el suelo y manipular sólo la franja necesaria para depositar la semilla o el plantín, y el fertilizante por aplicar.

Desde luego que esta técnica no se puede aplicar en todos los tipos de suelos y todas las condiciones, pero la mayoría de los suelos agrícolas es posible aplicar las prácticas de Labranza de Conservación que en resumen nos llevan a fomentar la actividad biótica en el suelo, fomentar la capacidad de retención de agua en el suelo, evitar la erosión eólica e hídrica del suelo, fomentar la formación de materia orgánica y evitar la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera.

En materia de maquinaria agrícola se puede decir que existe la maquinaria para romper, voltear, triturar y emparejar el suelo hasta dejar una capa superficial fina de suelo para depositar la semilla o el plantín y el fertilizante, sin embargo al final lo que se obtiene es una capa superficial de suelo con un grosor no mayor de 30 centímetros en donde se desarrollará bajo esa limitante la raíz de las plantas, además un suelo desnudo y expuesto a la acción del sol, el viento y la lluvia. Otro aspecto que se debe considerar es el hecho que voltear el suelo crea las condiciones favorables para la germinación de semillas de malezas que han esperado la oportunidad de condiciones favorables de luz y humedad.

5.1. Laboreo primario

Desde el punto de vista agrícola, el suelo ha sido considerado tradicionalmente como un mero soporte físico sobre el que se desarrolla el cultivo. Su estructura debe ser adecuada para la germinación de las semillas o establecimiento de los plantines, el crecimiento de las raíces, y debe presentar unas características que permitan el almacenamiento y suministro al cultivo de agua, nutrientes, gases y calor. En este sentido el laboreo es consustancial con la agricultura y la transformación de un ecosistema natural en sistema agrícola requiere necesariamente la intervención mecánica sobre el suelo.

Cada sistema clima-suelo-cultivo presenta problemas específicos que requieren distintas labores, lo que ha llevado al desarrollo de maquinaria muy diversa, cuyo funcionamiento es perfectamente conocido. Desgraciadamente, no se sabe mucho de los efectos de las labores sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ni sobre el rendimiento de los cultivos. Este desconocimiento se traduce en ocasiones en prácticas de laboreo cuya razón fundamental es la tradición.

En la agricultura occidental este laboreo tradicional o convencional, que se caracteriza por un número elevado de labores, empleando equipos de gran tamaño y tractores muy potentes, lo que es cada vez más cuestionado por el gasto energético y la degradación de los suelos que provoca en numerosas zonas agrícolas. La racionalización del laboreo requiere considerar al suelo como un valioso recurso y debe basarse en un mejor conocimiento de los efectos de las labores sobre sus propiedades y sobre la producción de los cultivos.

El movimiento y la mezcla del suelo con las operaciones del laboreo cumple varias funciones importantes. La primera es el control de los residuos y la vegetación nueva que compite con los cultivos. El laboreo se usa también para controlar el flujo de agua, incorporar los fertilizantes, pesticidas y enmiendas, y para crear condiciones favorables para el establecimiento de los cultivos y el desarrollo del sistema radical.

Cada suelo y cada sistema de cultivo presentan problemas y soluciones específicas de laboreo. Los suelos arcillosos por ejemplo tienen un comportamiento muy diferente a los arenosos y los ciclos de hielo-deshielo o de humectación-deseccación modifican la cantidad de laboreo necesario.

La preparación de suelo es la primera labor a considerar para lograr el éxito del cultivo, una buena preparación de suelo es el resultado de varias operaciones de campo con maquinarias y e implementos especializados de tal manera que como resultado se obtenga una zona mullida que facilite el arraigamiento de las raíces del cultivo y asegure una gran capacidad de almacenamiento de agua y oxígeno, además, favorece la actividad de los organismos que viven en el suelo.

Si bien en la mayoría de los sistemas de cultivo la principal actividad de laboreo es la eliminación de los rastrojos del cultivo anterior, se debe insistir que el manejo de los residuos de cada cultivo debe ser una actividad con que se cierre la actividad, ya sea incorporándolos al suelo, quemándolos siguiendo las normativas de cada zona en particular, o llevándolos a otro sector del predio para bioprocesarlos mediante compostaje.

Si se realiza una labranza tradicional basada en una aradura y dos rastrajes, es importante tomar en cuenta algunos conceptos, ya que es común utilizar arados enganchados a los tres puntos del sistema hidráulico del tractor, por esta razón comentaremos algunos detalles de estos implementos.

Como todos los implementos enganchados a sistemas de tres puntos del tractor, es importante controlar los ajustes horizontal y vertical del arado. Al controlar que el implemento conserve la posición horizontal paralela al suelo, favorecemos que los discos trabajen eficientemente del lado derecho e izquierdo de trabajo. Este ajuste lo realizamos manteniendo el mismo largo de ambas barras de levante del tractor.

El ajuste vertical del implemento se logra modificando el largo del brazo central del tractor también llamado "tercer punto". A mayor largo del brazo central mayor profundidad de

trabajo de los discos traseros del arado, a menor largo del brazo central del tractor mayor profundidad de trabajo de los discos delanteros.

Existe un tercer ajuste en el tractor para evitar los desplazamientos laterales del arado y centrarlo con relación al punto central del tractor. Este ajuste se logra modificando el largo de las cadenas o brazos tensores laterales.

En caso de operar arados de discos se debe chequear el ángulo de ataque de los discos y la inclinación vertical de los mismos de acuerdo al tipo y condiciones de humedad del suelo a preparar. Con los ajustes de la posición de los discos se logra realizar un trabajo que impide la formación de surcos e irregularidades en la superficie del suelo. Al variar el ángulo permitimos mayor agresividad de ataque para suelos duros, sin embargo sacrificamos el ancho de trabajo, de igual manera al variar la inclinación vertical compensamos la buena penetración del suelo, pero al disminuir la inclinación se reduce la capacidad de un mejor volteo del suelo.

La rueda guía juega un papel importante en el buen funcionamiento del arado. Este componente permite que el arado se mantenga en posición de trabajo, además asegura una buena dirección del operador al mantener nivelada la fuerza de resistencia a la penetración de los discos al suelo. La rueda guía del arado tiene hasta tres ajustes. El primero es la distancia de la rueda guía al último disco del arado, la segunda es la variación del ángulo de la rueda guía con respecto al nivel del suelo y la tercera la variación del ángulo de la rueda guía con relación a la dirección de avance del tractor. No olvidar que el método de trabajo en campo con arados reversibles de discos debe ser de tal manera que el volteo de la tierra nunca se repita cada año al iniciar siempre del mismo lado del terreno, así se evitará el desplazamiento del suelo siempre hacia el mismo lado sin retornar lo movido a su lugar original.

Hay que recordar que el trabajo realizado con arados de discos puede ser eficiente en los factores controlables como lo es el volteo, la penetración la operación de tractor sin forzar el motor y la dirección. Sin embargo con el tiempo, y especialmente en suelos más livianos se formará un “pie de arado” debido a que, la acción de los discos deja un piso de arado en forma de crestas, dichas crestas no facilitan la circulación del agua lluvia ó riego que se filtra a las capas inferiores del suelo, propiciando así acumulación de agua, además las raíces de las plantas no se desarrollan de manera uniforme al encontrarse con zonas compactas.

Los arados de discos son muy populares en Chile, sin embargo es recomendable utilizar arados de vertederas cuando existan las condiciones para usarlos, y en particular, mejor resulta si se trata de arados reversibles o “de vuelta y vuelta”.

El volteo de la tierra es mas eficiente con el arado de vertederas, por su configuración la vertedera permite una mayor superficie de contacto con el suelo, esta característica hace que la tierra recorra mayor tiempo en el cuerpo de la vertedera e incluso dependiendo de la velocidad el volteo es total sin dejar irregularidades importantes en la superficie.

Con el arado de vertederas es muy posible que se evite el paso de rastras para romper los terrones que normalmente dejan los arados de discos. El ajuste y calibración de los arados de vertederas es similar al de los arados de discos, la ventaja al ajustar radica en que no se requiere de rueda guía para mantener el implemento centrado al tractor durante su operación.

Existen implementos que rompen y voltean el suelo con mayor eficiencia y no compactan la zona ubicada por debajo de la zona de crecimiento radical de las plantas. Este tipo de implementos es una solución para aquellos productores que rotan cultivos básicos con hortalizas fomentando el respeto por la actividad biótica del suelo, evitando la pérdida de humedad por evaporación e infiltración del agua.

En el esquema de Labranza Mínima dichos implementos hacen posible la reducción de pasos excesivos de maquinaria y no compactan los suelos. En el mercado nacional son conocidos como “rotovator” o arados rotativos y son operados por la toma de fuerza del tractor en su gran mayoría enganchados al sistema de tres puntos, demandando potencias que van desde los 30 HP, hasta los 240 HP, dependiendo del ancho de trabajo el cuál puede ser de 80 centímetros hasta 3 metros.

La mecanización del campo hoy en día demanda mayor conocimiento y capacitación de los recursos humanos encargados de operar, conservar y administrar la maquinaria agrícola. Sin lugar a dudas que en el proceso de preparación de suelos los arados y los rotovatores son un claro ejemplo del antagonismo que existe entre lo tradicional y lo innovador. Si estamos en condiciones de adquirir un equipo moderno, debemos estar concientes que se requiere del conocimiento amplio para aprovechar al máximo la eficiencia de estos nuevos equipos.

Con los arados y los rotovatores no termina el proceso de preparación de suelos, existe una amplia gama de opciones, por ejemplo los subsoladores, arados cincel, rastras de diversos tipos, combinadas, rodillos, etc.

Cada uno de estos equipos tienen su momento o condición para que sea efectiva su acción, así por ejemplo el subsolador debe ser usado en con suelo seco, como sucede en verano en la zona central de Chile, para que así produzca grietas en el subsuelo y mejore el drenaje y la aireación.

Deberá utilizarse solo una aradura en la temporada, desterrando la común cruza con arado, pues con la segunda labor se estaría devolviendo a su nivel original las semillas de malezas o los restos de rastrojos incorporados.

Finalmente hay que recordar la importancia de ejecutar las labores de preparación de suelo con la humedad precisa para que no se formen terrones.






5.2. Labores específicas y marco de plantación

Previo al establecimiento del tomate se realizan surcos distanciados de acuerdo al marco de plantación, que a su vez depende del destino del cultivo, sistema de manejo y conducción, como también de las características de la variedad.

Los surcos se unen en la cabecera a las acequias regadoras, y al final desembocan en una acequia de desagüe. Para establecer el cultivo se realiza un riego y se coloca el plantín a la altura de la humedad en un costado del surco (melga).

En el cuadro 1 se presenta el marco de plantación de tomate con los distanciamientos y poblaciones de plantas más utilizados en Chile, y en el cuadro 2 se presenta un resumen con los distanciamientos más frecuentes en otros países.

Cuadro 1. Marco de plantación de tomate en Chile

MARCO DE PLANTACION en Chile		
Tomate para consumo fresco sistema botado 60 – 70 cm EH y 40 cm SH		3,8 pl/m ²
Tomate para consumo fresco sistema alambrado 100 – 120 cm EH y 30 – 40 cm SH		2,6 pl/m ²
Tomate para consumo fresco sistema encoliguado 60 – 70 cm EH y 40 cm SH		3,8 pl/m ²
Tomate para consumo fresco bajo invernadero 1,5 m con 2 H y 33 cm SH		4,0 pl/m ²
Tomate industrial 75 cm EH y 0,33 cm SH		4,0 pl/m ²

Cuadro 2. Marco de plantación de tomate en otros países

MARCO DE PLANTACION en otros países		
Tomate para consumo fresco, variedades determinadas sin tutores		1,3 pl/m ²
Tomate para consumo fresco cultivo en espaldera		1,1 a 1,4 pl/m ²
Tomate para consumo fresco entutorado y podados		1,8 a 2,1 pl/m ²
Tomate para consumo fresco bajo invernadero variación según variedad y manejo		2,5 pl/m ² 2,0 a 4,0 pl/m ²
Tomate industrial		5,0 a 6,0 pl/m ²

La tecnología avanza a establecer los cultivos hortícolas sobre mesas de cultivos de mayor altura, sobre las cuales se disponen las plantas en una o más hileras sobre la mesa, reemplazándose el riego por surco por un riego por cintas. En general se usan poblaciones de plantas menores, obteniendo una mayor producción por planta.

5.3. Referencias

Bernat, C. y Gil, E. 1992. Mecanización del transplante. MT, Maquinarias y tractores 3(9):47-54.

Gracia, C. y Palau, E. 1983. Mecanización de cultivos hortícolas. Mundi-Prensa, Madrid. 243 p.

Homer, I y Ortiz-Cañavate, J. 2003. Mecanización del cultivo de hortalizas. Visa Rural jun 15-30; (171):48-53.

Loomis, R. S. y Connors, D. J. 2002. Ecología de cultivos, productividad y manejo en sistemas agrarios. Mundi-Prensa, Madrid, España. 591 p.

Villalobos, F. J., Mateos, L., Orgaz, F. y Fereres, E. 2002. Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola. Mundi-Prensa. Madrid, España. 496 p.

6. RIEGO EN TOMATE

Pablo Alvarado V.

El cultivo del tomate en Chile se realiza en un 100 % bajo condiciones de riego, de ahí la importancia de este factor de producción en la obtención de buenos rendimientos.

El riego agrícola como técnica o práctica de producción se puede definir como la aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona radical para que las plantas rindan la máxima producción.

Se considera que un buen riego no es el que “moja” uniformemente la superficie del suelo, sino aquel que moja adecuadamente el perfil del suelo donde se encuentra las raíces de las plantas. Un buen riego es el que se aplica cuando la planta lo requiera, de acuerdo con el período en días que se deja entre dos riegos sucesivos y el agotamiento del agua del suelo.

Las plantas consumen agua debido al efecto de las condiciones climáticas (temperatura, radiación solar, velocidad del viento, entre otros factores) que hacen que se esté liberando permanentemente vapor de agua desde el suelo hasta la atmósfera, desde la planta por exceso de transpiración y desde el suelo por el proceso de evaporación. Estas pérdidas de agua en conjunto, desde la planta y el suelo se les llama evapotranspiración.

La aplicación oportuna de agua se refiere, a los días e intervalos que transcurren entre dos riegos, es decir a la aplicación de agua en el día apropiado. Porque si se dejan muchos días entre riegos, se corre el riesgo de que el agua almacenada en el suelo se acabe y, por lo tanto, la planta se puede marchitar. Si el riego es muy frecuente el agua se pierde por escorrentía, se puede producir encharcamiento, disminuye el contenido de oxígeno en el suelo, se limita el desarrollo de raíces y la toma de nutrimentos.

La aplicación eficiente de agua hace referencia a su aplicación con las mínimas pérdidas posibles por percolación o por escurrimiento superficial; por lo tanto, la cantidad de agua que se aplique en cada riego debe ser suficiente para cubrir el agua consumida por la planta en el período entre dos riegos y, además, cubrir las pérdidas inevitables.

La aplicación uniforme de agua indica que la cantidad de agua que reciben las primeras plantas de la hilera junto al surco, tiene que ser igual a la que reciben las que están al final de la hilera o surco.

6.1. Requerimiento de agua

En la actualidad el método mas utilizado para determinar las necesidades de agua de los cultivos es el conocido como evaporímetro (bandeja de evaporación), ya que permite con las debidas calibraciones, encontrar una forma de controlar los riegos.

El uso de la bandeja clase A esta basado en que la evaporación que se produce desde una superficie de agua libre, está prácticamente gobernada por los mismos factores que regulan la transpiración de las plantas.

La bandeja clase A corresponde a un tanque desarrollado por la Oficina Meteorológica de los EE.UU, de forma circular, 121cm de diámetro y 25,5 cm de altura en fierro galvanizado

de 0,8 mm de color gris buque y colocada sobre una rejilla de madera de 15 cm de altura bajo la cual debe circular libremente el aire.

La bandeja debe estar nivelada, llena de agua hasta 5 cm del borde y el agua debe ser renovada periódicamente para evitar la presencia de algas y la contaminación por otras causas. Se debe cambiar el agua tan pronto como se observe turbidez.

Una primera calibración que debe hacerse a la lectura de evaporación de bandeja es por un factor que representa las condiciones de instalación de la bandeja, que se le conoce como K_b y que para las condiciones de la zona Central de Chile, este coeficiente puede tomar valores entre 0,6 y 0,75.

La segunda calibración dice relación con el cultivo, mas específicamente con su estado de desarrollo, pues varía entre especies, por edad y volumen del follaje, entre otros. Se le conoce como K_c o coeficiente de cultivo pudiendo tomar diferentes valores a lo largo del periodo de crecimiento. Doorembos y Pruitt (1976) presentan una serie de valores K_c para diversos cultivos, los que pueden ser tomados como referencia.

Para comprender bien este punto, es necesario manejar con claridad dos conceptos fundamentales: uso consumo y tasa de riego. El uso consumo corresponde a la cantidad neta de agua que el cultivo requiere para producir sin limitaciones. En la práctica, el uso consumo corresponde a la evapotranspiración del cultivo, es decir al agua usada por la planta en transpiración, crecimiento y a aquella evaporada directamente desde el suelo adyacente. Se mide normalmente en mm de altura de agua por unidad de tiempo que puede ser día, mes o período de cultivo, en cambio la tasa de riego es la cantidad de agua que debemos aplicar al cultivo mediante el riego, a fin de satisfacer su uso consumo y suplir las pérdidas de aplicación, las que varían en magnitud según la eficiencia del sistema de riego que se utilice.

La evapotranspiración de un cultivo depende de factores del clima, del suelo y de la planta. Durante el año las condiciones climáticas varían, por ende el uso consumo de las plantas también. Por ejemplo, en el periodo primavera verano aumenta la temperatura del aire y del suelo, se producen vientos de mayor velocidad, aumenta la radiación solar y disminuye la humedad ambiente, lo que ligado a un mayor crecimiento vegetativo y estado de desarrollo del cultivo, provocan un aumento considerable en la demanda de agua por las plantas.

Estimar los requerimientos hídricos de las plantas es algo complejo, ya que es difícil medir los distintos parámetros que actúan sobre el cultivo. Una de las formas más usadas para estimar el uso consumo de los cultivos es relacionarlo con la evaporación de bandeja E_b y a un coeficiente de cultivo (K_c), que varía en función del estado de desarrollo de la planta. El concepto de evaporación de bandeja se refiere a la cantidad de agua transferida a la atmosfera desde un estanque de evaporación, conocido también como Bandeja de Evaporación Clase A, y el coeficiente de cultivo es un dato proporcionado por diversas fuentes bibliográfica y/o experimentales.

6.2. ¿Cuándo regar?

El asunto es determinar el contenido de agua en el suelo a partir del cual ésta comienza a ser escasa y por lo tanto se inicia el desarrollo de un estrés hídrico que daña a la planta.

Un método para determinar la frecuencia de riego es contabilizar, por una parte, la capacidad de almacenamiento de agua fácilmente disponible que posee el suelo, y por otra, el gasto diario de

agua. Así por ejemplo, en un suelo con su capacidad de almacenamiento de agua fácilmente disponible es de 40 mm de altura de agua y para un requerimiento de 5 mm/día, la frecuencia de riego sería de 8 días.

Tal vez lo más complicado de esta fórmula de estimar la frecuencia de riego, es saber cuál es el límite de agotamiento del agua en el suelo que soportan las plantas sin que experimenten pérdidas económicamente significativas.

En el cultivo de tomate se podría considerar que cuando la humedad aprovechable del suelo baja en un 30 % de su máxima capacidad y sabemos que la humedad aprovechable es la cantidad de agua retenida en un suelo entre capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. En general los suelos de texturas más finas presentan mayores capacidades de almacenamiento de agua, por lo que la humedad disponible será mayor que los suelos de textura más arenosa.

Otra forma de controlar la disponibilidad de agua en el suelo es utilizando tensiómetros, teniendo presente las siguientes consideraciones:

- a) Deben quedar instalados en un lugar representativo del sector de riego.
- b) Deben instalarse a la profundidad a la cual se encuentra la mayor parte de las raíces activas del cultivo que se va a regar.
- c) Deben quedar instalados en íntimo contacto con el suelo, sin burbujas de aire en su interior, con la capsula porosa completamente saturada y mantenerse sin que en su interior crezcan algas ni microorganismos.
- d) Deben conocerse los valores de succión del suelo, a los que se comienzan a producir daños económicamente significativos.

Experiencias nacionales señalan que el óptimo rango de riego para obtener los máximos rendimientos en tomate, es regar cuando los tensiómetros ubicados a una profundidad de 25 a 50 cm marquen 50 a 70 centibares. Así mismo se ha determinado que la mayor sensibilidad del rendimiento al estrés de humedad se produce en la etapa de floración. Es conveniente establecer que el riego óptimo al cultivo habitualmente produce un periodo de maduración más largo.

En términos prácticos es más fácil utilizar un sistema combinado, así mediante la información de evaporación de bandeja se establece la cantidad de agua que es necesaria aplicar en el riego y con las estaciones tensiométricas se podrá determinar cuando aplicar. Siendo el tomate un cultivo que se establece en cultivos al aire libre a comienzo de la primavera, una vez pasado el peligro de heladas, los valores de evapotranspiración irán en aumento por mayor evaporación y mayor crecimiento de las plantas.

6.3. ¿Como regar?

El método más utilizado en el cultivo de tomate al aire libre es el de surcos, el cual consta de dos grandes componentes: La conducción del agua desde la fuente hasta el potrero y la distribución del agua a los surcos.

Para asegurar la uniformidad del riego, en primer lugar es indispensable determinar el número de surcos que se regaran simultáneamente de acuerdo al caudal disponible y luego se garantiza que a todos los surcos entrará la misma cantidad de agua.

Se han desarrollado diversas formas de distribuir homogéneamente el agua a los surcos, entre las más utilizadas se encuentran a) la acequia de cabecera nivelada y uso de sifones; b) sistema californiano móvil con aberturas regulables.

En el caso de la acequia de distribución la pendiente debe mantenerse, al menos en el tramo de riego simultaneo, en valores alrededor del 1 por mil con compuertas colocadas al final de cada tramo, para posibilitar que el agua adquiera un tirante hidráulico apropiado para alimentar a una serie de sifones, en un número proporcional al caudal disponible.

Es frecuente observar sistemas de riego en que los surcos son muy cortos para el tipo de suelo y caudal disponible, lo que implica muchas acequias cabeceras y de desagüe que disminuyen la superficie cultivable y que requieren mayor cantidad de mano de obra en mantenerlas limpias y en general hacen más lento e ineficiente la operación de riego.

Otro problema que es frecuente observar en el campo son surcos que en su longitud presentan zonas de apozamientos donde se acumula el agua causando desuniformidad en la aplicación del riego, ruptura del camellón y erosión.

Para evitar estos problemas, aparte de preocuparse de una conveniente micro nivelación durante la preparación del suelo, se debe jugar con la orientación de los surcos para darle una pendiente uniforme en todo su largo con valores menores al 2 %.

Para determinar el largo óptimo de los surcos de riego, en primer lugar es necesario determinar en el terreno la magnitud del caudal máximo no erosivo. Posteriormente deben ser establecidas las curvas de avance y de velocidad de infiltración características del suelo.

6.4. ¿Cuanto regar?

Por definición el tiempo de riego corresponde al período en el cual debe permanecer el agua escurriendo sobre el suelo para que ésta penetre hasta la profundidad de las raíces del cultivo.

Una forma práctica de estimar cuanto regar es basarse en la profundidad de arraigamiento. El tomate tiene un sistema radical con un 85 % de raíces concentradas en los primeros 60 cm sin embargo el mayor porcentaje de absorción de agua ocurre entre los 25 y 50 cm de suelo.

Una forma simple y segura de calcular el tiempo de riego es mediante una prueba en su propio campo, para ello se eligen 3 a 4 grupos de surcos, representativos del potrero a regar, y haciendo un riego basado en la experiencia que tenga el regador con éste u otro cultivo de similar profundidad de arraigamiento, se seleccionan diferentes tiempos de riego los que se aplican a cada grupo de surcos, después de 24 horas de haber regado se excava una calicata y se observa la profundidad de mojadura de los distintos tiempos de riego; el menor tiempo de riego que moje los primeros 50 cm de suelo será el seleccionado. Naturalmente se requiere realizar más de una prueba para que sea realmente representativa.

También se puede hacer observando los tensiómetros propuestos para determinar cuando regar, ubicados a 50 cm, observando a las 48 horas después del riego si el dial volvió a los 100 centibares.

6.5. Referencias

Doorembos, J. y Pruitt, W.O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, estudio FAO Riego y Drenaje 24. 196 p.

Ferreira, R. y Peralta, J. M. 1992. Riego en el cultivo de la cebolla, pp. 3.39-3.54. En: Primer curso taller en variedades, tecnologías de producción, industrialización, comercialización y exportación de cebollas en Chile. INIA, La Platina, Chile, 245 p.

INIA. 1989. Curso de riego. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca, 253 p.

Salgado, E. 1996. Agroeconomico. (32): 31-33.

7. NUTRICION Y FERTILIZACION DEL TOMATE

Pablo Alvarado V.

Si la fertilidad natural de un suelo fuera capaz de aportar todos los elementos minerales 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 muy especialmente las hortalizas, en que el tomate es una de ellas. Por tal razón, en la búsqueda de mayores rendimientos se han creado variedades más productivas, resistente a varias enfermedades, con estructuras que aprovechan mejor la radiación solar, capaces de soportar mejor la competencia intra e inter específica, etc. Todo lo anterior ha hecho que un cultivo de tomate necesite en la actualidad muchos más elementos nutricios que aquellos que el suelo es capaz de aportar en el periodo que lo requieren las plantas.

Sin ir más lejos, en Chile hace 50 años un agricultor estaba feliz de cosechar 20 toneladas de tomate por hectárea, y en la actualidad en tomate industrial los rendimientos nacionales están cercanos a 80 toneladas mientras que en tomate bajo invernadero, es normal llegar a las 100 toneladas por hectárea y con buena tecnología existen agricultores que superan los 200 toneladas por hectárea.

El conocimiento de que elementos minerales 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 abonado. La decisión de que nutrimento aplicar, en que cantidad, época y forma, debe ser el corolario de un proceso de análisis que el técnico debe tomar considerando el medio en que se desarrollara el cultivo y los niveles de producción que desea alcanzar.

7.1. Elementos esenciales

En las plantas cultivadas se han descrito 16 elementos, denominados esenciales, para que estas puedan completar adecuadamente su desarrollo.

El 95 % del peso fresco total de las plantas lo constituyen 3 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 H y el O 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 las plantas los requieren en mayor cantidad, como es el caso del 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).

7.2. Formulación de una recomendación de abonado

Para realizar una recomendación de abonado deben abordarse los siguientes pasos:

- 1.- Diagnostico de la disponibilidad de elementos nutricios que dispone el suelo para su utilización por las plantas.
- 2.- Ajustar el suelo aplicando los elementos deficitarios, hasta alcanzar los niveles mínimos de cada elemento para mantener una producción minima en equilibrio, valores que algunos autores denominan "nivel critico".
- 3.- Aplicar una cantidad de cada elemento en función de la extracción que hará el cultivo, de acuerdo con el rendimiento esperado, descontando los excedentes que presente el suelo por sobre el nivel critico.
- 4.- En los pasos 2 y 3, corregir los valores netos de acuerdo a la eficiencia de la aplicación de cada elemento y de la ley del fertilizante a usar.

7.3. Análisis de la fertilidad de un suelo

La mejor forma de conocer la disponibilidad de los elementos nutricios de un suelo es enviar una muestra representativa de cada horizonte o estrata que presente el perfil del suelo que se va a cultivar, a un laboratorio especializado. El aspecto mas fundamental es tomar una buena muestra, pues se ha determinado que el 95 % de los riesgos de error en un análisis de suelo está en la toma de muestras a nivel de campo, mientras que las probabilidades de error analítico son las menores.

Una muestra representativa se obtiene a partir de varias sub-muestras, variando el número de estas, según el tamaño y la homogeneidad de la unidad de muestreo. Es común tomar de 20 a 25 sub-muestras por hectárea, para luego mezclarla en una muestra compuesta. La unidad de suelo escogida debe ser lo mas homogénea posible, en caso contrario deban tomarse muestras compuestas por separado. Además cada sub-muestra debe ser del mismo volumen, para conformar la muestra compuesta.

Si no conoce la densidad aparente de las diferentes estratas del suelo a cultivar será la oportunidad para enviar al laboratorio algunos terrones de cada estrata, a fin de que en el laboratorio determinen esa característica.

Un análisis de fertilidad de suelo, normalmente entrega la disponibilidad en el suelo de nitrógeno, fósforo y potasio, más otros antecedentes como pH, contenido de materia orgánica y conductividad eléctrica. Para obtener resultados analíticos de los demás elementos que intervienen en la nutrición vegetal, es necesario pedirlos en forma específica.

Con dicho resultado se calcula cuanto se requiere aplicar para alcanzar el nivel crítico de cada elemento en el suelo. Con ello solo se estaría reponiendo al suelo la cantidad de elementos minerales para lograr su estado de fertilidad natural.

Luego con antecedentes recopilados de la literatura técnica se calcula las cantidades de cada elemento que se requieren para desarrollar sus estructuras vegetativas, y que cantidad se requiere para cubrir el rendimiento esperado.

7.4. 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.

Se puede decir que el pH en general no tiene importancia directa en el desarrollo de las plantas, ya que estas pueden vivir en un rango muy amplio de pH. Su importancia es básicamente indirecta y 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 entre pH 4 y 10, pero lo normal es entre 5 y 8,5

La asimilación de los elementos esenciales puede afectarse drásticamente por el pH del suelo, así como también la solubilidad de algunos elementos que son tóxicos para el crecimiento de las plantas.

Fierro, manganeso y zinc, se hacen menos asimilables en la medida que el pH aumenta desde 5 a 8. Se produce la precipitación de estos elementos y los iones en solución se presentan cada vez en menos cantidad, hasta un pH 7 o algo más, en que las plantas pueden sufrir una escasez de manganeso y fierro asimilables.

Aluminio, fierro y manganeso, con valores de pH bajo 5 son casi siempre solubles en un grado suficiente para causar toxicidad sobre el desarrollo de algunas especies.

Fósforo, siendo en general poco soluble en el suelo, un aprovechamiento máximo se logra con valores de pH entre 6 y 7. En estos valores la fijación por parte del suelo se encuentra en el mínimo. Si el pH se sobrepasa de 7,3 el P forma compuestos cálcicos insolubles.

7.5. 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. Es por lo tanto 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, y su importancia se basa en las siguientes consideraciones: a) La materia orgánica funciona como granulador de las partículas del suelo mejorando su estructura, que a su vez proporciona una mejor aireación del suelo. b) Es fuente de elementos nutritivos, especialmente nitrógeno, fósforo y azufre. c) Mejora la condición física del suelo aumentando la cantidad de agua que puede retener el suelo. d) Constituye la principal fuente de energía para los microorganismos del suelo, por lo tanto, es la principal responsable de la actividad biológica de los suelos. e) Aumenta la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.

7.6. Conductividad eléctrica

El análisis de las sales solubles existentes en los suelos se realiza determinando la conductividad eléctrica, que corresponde a la capacidad que tiene una solución para conducir electricidad. En este sentido, mientras mayor sea la presencia de sales de un suelo, mas alta será la conductividad eléctrica.

Las sales solubles que se presentan en los suelos en cantidades superiores al 0,1 % están formadas fundamentalmente por iones Na^+ , K^+ , Ca^{++} y Mg^{++} , los cuales se encuentran asociados principalmente con los aniones Cl^- (cloruros) y $\text{SO}_4^{=}$ (sulfatos), y algunas veces con NO_3^- (nitratos), $\text{CO}_3^{=}$ (carbonatos) y HCO_3^- (bicarbonatos).

Los suelos con problemas salinos son fáciles de reconocer debido a que en su superficie forman costras blancas de sal que corresponden a cloruros o bicarbonatos. Estas sales solubles son a su vez relativamente fácil de eliminar del suelo, el establecimiento de un adecuado sistema de drenaje y el lavado de los suelos con agua no salina, permiten eliminar estas sales transformándolos en suelos normales.

El problema es más complejo cuando existen sales de baja solubilidad como sulfato de calcio (yeso), carbonatos de calcio y magnesio (caliza). En estos casos es también posible recurrir al procedimiento de lavado, pero es necesario mucho mayor tiempo para eliminar el problema. Existen cuadros con la indicación de tolerancia relativa a sales para los diferentes cultivos, siendo el tomate considerado medianamente tolerante a sales.

7.7. Nivel crítico de los elementos en el suelo

Si se pudiera disponer de un suelo que esté sometido a un manejo sustentable, en que el aporte natural de elementos nutricios de ese suelo es equivalente a la extracción de los cultivos que prosperan en él, en un grado de producción básico, el contenido disponible de cada elemento en esa condición, algunos autores lo denominan como "nivel critico" (cuadro 1) de los elementos en el suelo.

Si un elemento se encuentra por sobre el nivel critico, ese excedente estará totalmente disponible para las plantas, en cambio, si un elemento se encuentra bajo el nivel critico, primero debemos ajustar el suelo al nivel critico, para asegurarnos esa producción minima, y adicionalmente se le agregara la fertilización necesaria para el cultivo produzca los rendimientos esperados.

Cuadro 1. Niveles críticos para los principales elementos nutricios

Elemento	Nivel crítico en ppm
Nitrógeno	35
Fósforo	12
Potasio	78
Calcio	441
Magnesio	97
Fierro	10
Cobre	1
Magnesio	5
Zinc	3

Fuente: Ing. Ricardo Barahona (Alvarado, 1986).

Algunos autores se refieren a una fertilización de fondo cuando están ajustando el suelo a esos niveles críticos, para diferenciarla de la cantidad de fertilizante que debe aplicarse en función del cultivo.

7.8. Demanda de Nitrógeno y Fósforo

En el cálculo de la demanda de los nutrimentos de los cultivos juega un papel relevante la estimación realista y adecuada del rendimiento alcanzable. Este corresponde al rendimiento que es posible lograr en las condiciones del agro ecosistema, considerando un manejo de un alto nivel tecnológico, imprescindible en una agricultura competitiva. Una sobrestimación del rendimiento alcanzable conduciría a calcular una dosis superior a la requerida, elevando los costos sin que éstos se reflejen posteriormente en un mayor rendimiento y además produciendo un riesgo de contaminación del medio ambiente. Por el contrario, una subestimación del rendimiento alcanzable llevará a una disminución de la demanda y, por consiguiente de la dosis. Ello determinará una producción inferior al rendimiento alcanzable, que conducirá a una disminución de las utilidades.

En el cálculo de la demanda de cada nutriente se requiere establecer, además del rendimiento alcanzable, la concentración mínima óptima del nutriente en la materia seca producida por el cultivo. A esta concentración, Rodríguez *et al.* (2001) denomina requerimiento interno del cultivo.

Para facilitar el cálculo de la demanda de N y P en función del producto cosechado, estos mismos autores, establecieron los “factores de demanda” a partir de los requerimientos internos y de la proporción del producto cosechado en la biomasa aérea total producida.

En el caso del tomate el factor de demanda de nitrógeno es de 0,21 kg de N por cada 100 kg de producto cosechado y el de fósforo es de 0,025 kg de P por cada 100 kg de tomate cosechado. Sobre esta base, la demanda de Nitrógeno para el cultivo de un rendimiento esperado de 80 Ton/ha será de 168 kg de N/há y de 20 kg de P/há.

El balance de cada elemento indicará los requerimientos que aseguren la nutrición del cultivo. Luego viene la decisión de que fertilizante se usará, y el cálculo de cuanto se debe aplicar según los aportes en cada elemento (ley del fertilizante) y la eficiencia de aplicación de cada fertilizante.

Para el caso del nitrógeno, si se aplica 100 kg de urea, se aporta 46 kg de N, por lo que se necesitan 365,22 kilos de urea para aportar los 168 kg de N, sin embargo la eficiencia de aplicación que variará con la tecnología de cada predio en particular, suponiendo que se aprovecha un 70 % del fertilizante (el 30% restante queda fuera del alcance de las raíces, o parte se volatiliza o se lixivia) la cantidad real de urea a aplicar será de 521,74 kilos.

En el caso del fósforo, si se usa superfosfato triple con una ley de 47 %, lo que significa que 100 kg de superfosfato triple aportan 47 kg de P_2O_5 , y como en el ejemplo de esta clase, los requerimientos estaban expresados en kg de P/há, hay que llevarlos a P_2O_5 , multiplicándolo los 20 kg de P/ha por el factor 2,2914, dando 45,83 kg de P_2O_5 /há. Como en el fósforo se habla de un coeficiente de aprovechamiento de 20 %, los 45,83 kg se convierten en 229,14 kg de superfosfato triple/há.

Siguiendo este mismo esquema para los demás elementos, se puede calcular la dosis necesaria de cada elemento para su predio y cultivo en particular.

7.9. Referencias

Alvarado, P. 1986. Recomendaciones de abonado para cultivos hortícolas. pp. 9.1-9.21
En: Curso sobre Ferti-Riego. CORPREX. El Salvador, C.A. 251 p.

Rodríguez, J., Pinochet, D. y Matus, F. 2001. La Fertilización de los cultivos.
Ediciones LOM. Santiago, Chile. 117 p.

Rodríguez, J. 1991. Manual de Fertilización. Colección en Agricultura, Facultad de
Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Alfabeta impresores. Santiago,
Chile. 362 p.

8. MANEJO INTEGRADO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

Claudio Urbina Z.

8.1. Conceptos generales del fundamento de las fitopatologías

El estatus de enfermedad, se define como un estado de anormalidad de la planta, en el cual se ve reducido su potencial productivo, asociado a un deterioro de su estructura e incluso su colapso.

Para que se pueda manifestar una enfermedad, se deben asociar tres factores, cuya importancia es relativa en cuanto a la susceptibilidad a un determinado patógeno y la severidad de su interacción. Un primer factor esta asociado a la presencia de los patógenos en el medio, lo cual corresponde, en términos normales, a la dinámica ecológica de los suelos en cuanto a la diversidad y de regulación poblacional. Esta diversidad se ve alterada como consecuencia del monocultivo de determinadas especies hortícolas, del uso de pesticidas y también de las prácticas de manejo productivo, las cuales favorecen el desarrollo de ciertas poblaciones que presentan una mayor afinidad con las plantas cultivadas. Este mismo factor es el responsable del incremento de la severidad de los patógenos, al potenciar procesos de selección que se traducen en resistencias o tolerancias a los medios de control químicos. Otro factor, corresponde a la condición del hospedero, en cuanto a su etapa fenológica y metabólica, la cual tiene relación con la resistencia o tolerancia frente a la interacción con un determinado patógeno.

Las distintas estructuras de las plantas pueden presentar una cierta susceptibilidad ante la presencia de un patógeno, la que da origen a una serie de signos de la enfermedad a nivel de hojas, tallos, raíces y frutos, los cuales permiten una identificación de los agentes causales.

El medioambiente, corresponde al tercer factor en este sistema, especialmente referido a las condiciones edafoclimáticas en la cual establecemos los cultivos, en el cual es de gran importancia las labores de preparación de suelo, riego y fitotécnicos de que se realizan durante todo el ciclo.

Es importante destacar también, el uso tecnología que se utiliza para superar las limitantes climáticas, lo cual genera condiciones para favorecer el desarrollo de las plagas y enfermedades, como también de una mayor persistencia.

En la mayoría de los casos, los patógenos requieren de agentes dispersantes para poder expandirse y colonizar nuevas áreas, tanto a nivel intra como interpredial los cuales pueden ser pasivos, como el viento, el agua, animales vectores o la misma actividad humana. En cuanto a los mecanismos activos, estos corresponden a los propios medios de movilización que poseen los agentes causales, los cuales son adaptaciones físicas para su desplazamiento.

8.2. Conceptos generales de manejo Integrado de plagas y enfermedades (MIPE)

El concepto de manejo integrado de plagas y enfermedades de un cultivo, implica la implementación de una serie de consideraciones holísticas del sistema productivo, que

involucra aspectos económicos, medioambientales y toxicológicos para minimizar el efecto de un determinado bioantagonista al cultivo (figura 1).

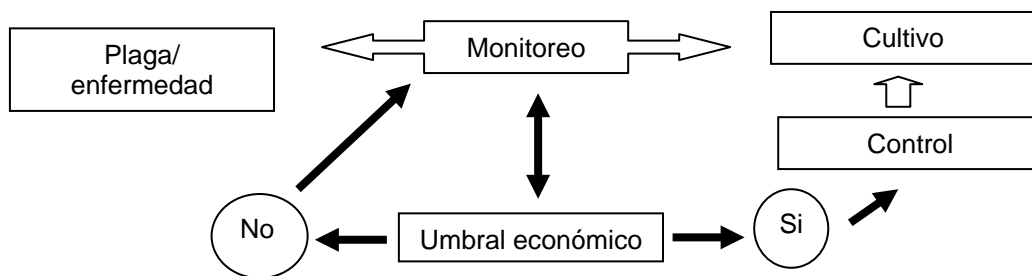


Figura 1. Principios del manejo integrado de plagas y enfermedades.

El MIPE, se basa en los siguientes aspectos:

- Monitoreo de la dinámica poblacional de la plaga o enfermedad.
- Integración de la mayor cantidad de medidas de control físicas, químicas o biológicas posibles de implementar durante el cultivo.
- Reducir los niveles poblacionales de la plaga o enfermedad, bajo un determinado umbral económico.

En una primera etapa, implica el reconocimiento del agente causal de una plaga o enfermedad, en los aspectos de comprensión de las etapas y duración de su ciclo de vida, de las condiciones ambientales óptimas para su desarrollo y los medios de dispersión que utilizan. Para esto se establece el monitoreo, el cual consiste en la implementación de una metodología para determinar la presencia de una plaga o enfermedad, a través de conteos de individuos en un cierto estado por medio de detección directa (al azar o secuencial) o trampas (feromonas, luz, color) especialmente diseñadas para cada caso.

Los medios de control que se implementan en un MIPE, corresponden a aquellos bien conocidos, como las labores culturales y de manejo químico que se utilizan en forma normal durante el cultivo.

Otra herramienta del MIPE incluye el control biológico, el cual no solo considera el uso de insectos que actúan como predadores o parasitoides de las plagas, sino que además considera el uso de microorganismos parásitos (hongos) o entomopatógenos (bacterias). También se debe incluir en este tipo de control, los medios biotecnológicos, como es la utilización de feromonas de confusión sexual, las cuales tienen una gran utilidad en la lucha contra las plagas.

Los métodos físicos o mecánicos, involucran todos aquellos sistemas que están destinados a interponer mediante barreras o trampas la acción de la plaga a controlar.

8.3. Principales enfermedades del cultivo

A continuación se procederá a analizar las principales enfermedades detectadas por el Autor en las zonas de cultivo del tomate en la VI región y cuya incidencia tiene un impacto de importancia económica.

8.3.1. Enfermedades bacterianas

Pseudomonas

Agente causal: *Pseudomonas spp.*

Causales de la enfermedad: Humedad relativas altas, temperaturas relativas bajas entre 15° - 20°C y agua libre sobre el tejido.

Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

Xanthomonas

Agente causal: *Xanthomonas spp.*

Causales de la enfermedad: Humedad relativas altas, temperaturas relativas medias entre 20° - 30°C Agua libre sobre el tejido.

Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

Cáncer bacterial

Agente causal: *Clavibacter michiganensis.*

Causales de la enfermedad: Humedad relativas altas Temperaturas relativas bajas entre 18° y 25° C Agua libre sobre el tejido.

Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

Medidas de manejo para enfermedades bacterianas

Cultivos al aire libre

Evitar agua libre sobre las plantas en almacigeras (ventilación), desinfección de contenedores donde se elaboren las plantas, aplicaciones preventivas de cobre al follaje, especialmente después de precipitaciones o condiciones favorables para la enfermedad.

Cultivos bajo invernadero

Evitar agua libre sobre las plantas (ventilación), realizar aplicaciones preventivas de cobre al follaje especialmente después de precipitaciones o condiciones favorables para la enfermedad, no trabajar las plantas con el follaje mojado, desinfección de manos y herramientas al final de cada hilera, trabajar el invernadero en forma sistemática.

8.3.2. Enfermedades fungosas

Alternaria

Agente causal: *Alternaria alternata.*

Causales de la enfermedad: Exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 10° - 25°C, suelos infectados y agua libre sobre el tejido.

Penetración: A través de las hojas, heridas en el follaje y salpicadura del suelo

Fusarium

Agente causal: *Fusarium spp*

Causales de la enfermedad: Sobrevive en el suelo por clamidiosporas, amplio rango de temperaturas, plantaciones tempranas, suelos infectados, rápida recolonización de suelos desinfectados, sustratos sin desinfectar, estrés de las plantas (hídrico o térmico), desplazamiento por agua y viento y alta diversidad de cepas.

Penetración: Directamente a nivel de cuello y/o raíces en plantas recién trasplantadas y que son sometidas a un estrés.

Medidas de control: Plantines en buena condición, aplicaciones preventivas post trasplante a nivel del cuello, identificación de sectores de incidencia de la enfermedad,

suelos con buen drenaje, incorporaciones de materia orgánica compostada, evaluación de tricodermas, riego oportuno y eficiente, fertilización balanceada y variedades tolerantes y con un sistema radicular vigoroso.

Rizoctonia

Agente causal: *Rhizoctonia solani*.

Causales de la enfermedad: Exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 15° - 25°C y suelos infectados.

Penetración: A través de las hojas, heridas en el follaje y salpicadura del suelo.

Medidas de control: Plantines en óptimo estado, aplicación de enmiendas orgánicas compostadas, desinfección de sustratos, desinfección de suelos (métodos físicos y químicos), ventilación, aplicación de fungicidas dirigidos al cuello, eliminación total de plantas enfermas y de restos de cultivo.

Tizón tardío

Agente causal: *Phytophthora infestans*.

Causales de la enfermedad: Exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 10° - 25°C y suelos infectados.

Penetración: Principalmente a través de hojas y salpicaduras de lluvia.

Medidas de control: Evitar agua libre a nivel del follaje, manejo de deshoje y desbrote, fertilización balanceada, eliminación de restos de poda o rastrojos, evitar dispersión intra e inter predial, aplicaciones periódicas de tipo preventivo de fungicidas de contacto (Mancozeb, Benomilo, Cúpricos o Azufre).

Tizón al cuello

Agente causal: *Phytophthora nicotianae var paraisitica*.

Causales de la enfermedad: Exceso de humedad a nivel del suelo, temperaturas entre 10° - 25°C y suelos infectados.

Penetración: Principalmente a través del cuello y raíces muertas.

Medidas de control: Evitar agua libre a nivel del cuello, alejar las cintas de riego, eliminar plantas con > 50% de anillado, aplicaciones periódicas de fungicidas de contacto (Mancozeb, Clorotalonil o Cúpricos) especialmente al cuello, incorporación de MO y rotación de cultivos.

Raíz corchosa

Agente causal: *Pyrenochaeta lycopersici*.

Causales de la enfermedad: Gran variedad de hospederos, temperaturas entre 15° - 30°C, mono cultivo de solanáceas, alta dispersión en el perfil de suelo y contaminación interpredial.

Penetración: Inmediatamente después del trasplante, contacto directo patógeno – raíz.

Medidas de control: Evitar riegos excesivos, plantines en óptimo estado, enmiendas orgánicas compostadas, evaluación de Tricodermas, desinfección de sustratos, y suelos (métodos biológicos, físicos y químicos), eliminación total de plantas enfermas y restos del cultivo.

8.3.3. Enfermedades Virales

Virus de hojas amarillas en cuchara TYLC
Virus Mosaico del Tabaco VMT
Virus de Bronceado del Tomate TSWV

Medidas de prevención: Plantines vigorosos, evitar ataques de insectos vectores, eliminación de plantas con síntomas, fertilización balanceada, eliminación de restos de cultivos (compostaje), realizar un buen control de malezas y exigir certificado de sanidad de la plantinera.

8.4. Principales plagas del cultivo

Mosca Blanca

Agente causal: *Trialeurodes vaporariorum*
Clase: Insecta
Orden: Homóptera
Familia: Aleyrodidae

La Mosca blanca, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a su capacidad de vuelo, siendo de reciente introducción en la sexta región y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de supresión permanentes.

El daño principal asociado a esta plaga, se relaciona con el debilitamiento de las plantas, deterioro de la calidad de frutos por secreciones azucaradas que originan fumagina, reducción de la capacidad fotosintética de las hojas y transmisión de virus.

El ciclo de vida de la Mosca Blanca, tiene 6 estadios, los que se resumen en el cuadro 1

Cuadro 1. Duración del ciclo de Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Estado	Duración en días
Huevo	7 – 10
Estados ninfales (1-2-3-4)	20 - 25
Adulto	30 - 40

La hembra inicia la postura de huevos 1 a 2 días después de enlosar de la falsa pupa, generalmente poniendo los nuevos en el envés de la hoja en forma aislada si la hoja es glabra o en grupos si esta posee tricomas. Si la hembra es fecundada, esta iniciará la postura de huevos que originarán individuos de ambos sexos, en proporción de 1:1. En cambio, si no es fecundada, solo pondrá huevos partenocárpicos, que originará machos.

La duración del ciclo huevo adulto, dependerá de las condiciones de temperaturas y de la presencia de plantas hospederas de tal forma que dependiendo de las temperaturas medias diarias, este ciclo se podrá reducir o alargar, de acuerdo a lo presentado en el cuadro 2.

Cuadro 2. Duración del ciclo de Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en función de la temperatura

Temperatura media (°C)	Duración en días
14	60 - 70
20	30 - 45
27	20 - 30

La Mosca Blanca no presenta estadios especiales de hibridación y su supervivencia en el período invernal va a depender de la presencia de las distintas plantas hospederas, especialmente en los invernaderos en la que presenta una alta persistencia.

Estrategias de control

Una primera etapa para implementar las medidas de manejo integrado, consiste en definir el método de monitoreo y el umbral económico en el cual se realizara el control. Para el monitoreo de la plaga, se puede implementar el conteo directo de individuos por planta, para lo cual se debe muestrear inicialmente las plantas que están expuestas a los vientos predominantes o bien identificar los focos de ingreso de la plaga al cultivo. En cuanto a la instalación de trampas adhesivas, se recomienda láminas de polietileno color amarillo con un adhesivo y estas deben ser instaladas bajo los mismos conceptos del muestreo y además se deben considerar como un mecanismo de control muy eficiente a inicios del proceso de colonización por parte de la plaga.

En relación a los umbrales, estos se deben definir en función de la presión de la plaga en el sector del cultivo y la presencia de plantas hospederas, de tal forma que el número de individuos definidos como umbral, será mayor en un sector de alta incidencia de la plaga, lo cual se resume en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros de Umbral para Mosca Blanca

Presión de la plaga	Nº individuos / planta
+++	40 - 60
++	30 - 40
+	20 - 30

El control físico funciona bien en cultivos bajo invernaderos, mediante la instalación de mallas antiáfidos (10 X 14).

El control biológico es limitado a una especie entomófaga *Encarsia formosa*, la cual se encuentra en forma natural en el medio, sin embargo cual es muy afectada por las aplicaciones de pesticidas. Otro controlador, corresponde a un entomopatógeno *Verticillium lecanii*, el cual tiene un buen efecto supresor, sin embargo se ve afectado por las aplicaciones normales de fungicidas.

El control químico, considera la implementación de aplicaciones vía riego a partir del trasplante, en el cual el Imidacloprid presenta un buen control, de largo efecto residual. En cuanto a las aplicaciones destinadas a adultos al follaje, existe una amplia oferta de productos que los controlan, siendo muy importante la eficiencia y la eficacia de las aplicaciones, en el sentido de llegar a los sitios donde esta la plaga, volúmenes de agua, tipo de equipo de aplicación y uso de coadyuvantes.

Polilla del tomate

Agente causal: *Tuta absoluta*

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Gelechiidae

La polilla del tomate, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la alta capacidad de vuelo, los ciclos de postura de la hembra y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de supresión permanentes.

El daño principal asociado a esta plaga, se relaciona con la acción de las larvas, las que una vez eclosadas, penetran a las hojas nuevas, donde se alimentan del mesófilo, dejando las galerías características. Estas larvas también afectan los puntos de crecimiento de brotes, racimos florales o frutos, donde hacen galerías desde el extremo peduncular, con el consiguiente deterioro y pérdida de valor comercial.

El ciclo de vida de la Polilla del tomate, tiene 6 estadios, los que se resumen en el cuadro 4.

Cuadro 4. Duración del ciclo de Polilla del tomate *Tuta absoluta*

Estado	Duración en días
Huevo	6 - 10
Estados larvarios (1-2-3-4)	15 - 20
Pupa	8
Adulto hembra	10 - 15
Adulto	6 - 7

La hembra inicia la postura de huevos 2 días después de eclosar de la pupa, para lo cual el apareamiento ocurre principalmente al crepúsculo generalmente poniendo los huevos en el envés de la hoja en forma aislada y en las primeras horas de la mañana o en el crepúsculo. La duración del ciclo huevo adulto, dependerá de las condiciones de temperatura, siendo el rango óptimo de 24 a 28°C, por lo que sus ciclos se inician desde mediados de diciembre en la región y se prolongarán en función de las temperaturas otoñales, dando origen a 5 o 6 generaciones en la temporada.

Estrategias de control

Una primera etapa para implementar las medidas de manejo integrado, consiste en definir el método de monitoreo y el umbral económico en el cual se realizara el control. Para el monitoreo de la plaga, se puede implementar el conteo directo de larvas por planta, para lo cual se debe muestrear inicialmente las plantas que están expuestas a los vientos predominantes o bien identificar los focos de ingreso de la plaga al cultivo. En cuanto a la instalación de trampas de feromonas, es un excelente método de captura y también de control de machos a inicios del proceso de ingreso de la plaga. Los umbrales, estos se deben definir en función de la presión de la plaga en el sector del cultivo y la presencia de plantas hospederas, de tal forma que el número de individuos definidos

como umbral, será mayor en un sector de alta incidencia de la plaga, lo cual se resume en el cuadro 5.

Cuadro 5. Parámetros de umbral para Polilla del tomate.

Presión de la plaga	Nº individuos/trampa
+++	70
++	50
+	35

En cuanto a el control físico, este funciona bien en cultivos bajo invernaderos, mediante la instalación de mallas antiáfidos (10 X 14).

Las aplicaciones destinadas a adultos al follaje, existe una amplia oferta de productos que los controlan, siendo muy importante la eficiencia la y eficacia de las aplicaciones, en el sentido de llegar a los sitios donde esta la plaga, volúmenes de agua, tipo de equipo de aplicación y uso de coadyuvantes.

Nemátodos

Agente Causal: *Meloidogyne spp.*

Clase: Nematoda

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Meloidogyne, es un endoparásito sedentario, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la dispersión por actividades de labranza y plantas contaminadas, además de desplazarse a través del agua de riego.

El daño principal asociado a esta plaga, se relaciona con la formación de nódulos en las raíces, las cuales restringen el paso de agua y nutrientes a la planta, provocando un escaso desarrollo, debilitamiento generalizado y un aspecto de deshidratación y una severa reducción de la producción, tanto en cantidad como en calidad. Además se le asocia la transmisión de ciertos virus y también favorece el ataque de hongos saprofitos.

El ciclo de vida de *Meloidogyne*, tiene 3 estadios, los que se resumen en el cuadro 6.

Cuadro 6. Duración del ciclo de Polilla del tomate *Tuta absoluta*

Estado	Duración en días
Huevo	3 - 5
Estado Juvenil	5 - 10
Adulto	15 - 20

La hembra inicia la postura de huevos en la raíz o en el suelo, en una masa gelatinosa, de hasta 500 huevos. El ciclo de desarrollo se ve influenciado por la temperatura del suelo, siendo activos con temperaturas de 17 a 27°C, especialmente en suelos arenosos.

Estrategias de control

Dada la localización de esta plaga, es difícil determinar infestaciones precoces, por lo cual se debe observar las plantas que presente sintomatologías de déficit hídrico. En caso de suelos con antecedentes de carga de nemátodos, se deben implementar las medidas de control preventivas. Se debe estimular la formación de raíces a través del uso de bioestimulantes y además estas deben considerar aplicaciones al follaje y al suelo, en este último caso, se deben realizar a través de un sistema de riego tecnificado, ya que de otra forma resulta altamente oneroso. Es importante destacar que en el caso de las aplicaciones en suelos infestados, el número de aplicaciones variará en función de las temperaturas del suelo. Existen varios productos nematicidas en el mercado, dentro de los cuales oxamilo presenta un buen nivel de control y se puede aplicar vía riego o al follaje. La implementación del programa de aplicaciones debe ser elaborado por un profesional responsable, en cuanto a la dosis a utilizar, la carencia, forma de aplicación y en general con todos los aspectos de manipulación de este pesticida.

8.5. Conceptos generales de manejo de las malezas durante el cultivo

Las malezas, corresponden a todas aquellas plantas que crecen y se desarrollan en un cultivo específico, generando una competencia al utilizar los recursos del suelo y el agua, además de constituir un reservorio para plagas y enfermedades del tomate.

Sin embargo, es importante destacar, que en un sistema de manejo predial integrado, se debe considerar espacios destinados a otras especies vegetales, las que pueden tener asociados algunos factores ventajosos asociados a la biodiversidad.

Control químico de malezas

En relación al manejo de las malezas en los sistemas productivos actuales, existe basta experiencia en el uso de herbicidas que se utilizan como selectivos al cultivo del tomate. Esta selectividad esta asociada a factores metabólicos de tolerancia propios de la planta o bien corresponde a la oportunidad de la aplicación del herbicida y su localización.

El concepto de manejo en el uso de herbicidas que se sugiere en el cuadro 7, considera utilizar productos de mínimo impacto ambiental y efecto residual, ya que se pretende minibar la competencia con las malezas, los primeros 40 días después del trasplante, período crítico cuyo efecto afecta los rendimientos potenciales del cultivo.

Cuadro 7. Programa de herbicidas para tomate

Etapa	Tipo de ingrediente activo	Dosis	Consideraciones
Pretrasplante	Pendimethalin	2 a 4 lt/há	Dosis depende de textura y materia orgánica
Post trasplante	Metribuzina	0.8 a 1.2 lt/há	Dosis depende de estado de la planta y temperatura
	Fluazifop	10 a 20 cc/ 100 m ²	Tipo de maleza

Uso de coberturas de polietileno

El cultivo del tomate ha incorporado al polietileno como un insumo más del proceso productivo, siendo este un producto versátil y económico, que permite en sus diversas

aplicaciones, incrementar la rentabilidad del cultivo. En tomate al aire libre, el uso de láminas de polietileno como acolchado y túnel, además de generar una mayor precocidad del cultivo, reduce el impacto de las malezas sobre las plantas, al constituir una barrera que impide su desarrollo. Su uso como acolchado, presenta las siguientes consideraciones. Al tratarse de cultivos de temporada, se deben utilizar polietileno de 100 micrones y estabilizados. El color del polietileno dependerá de la función principal que se propone para el cultivo. Láminas de polietileno transparentes, generan una mayor irradiación del suelo, lo cual favorece la precocidad del cultivo pero permite el desarrollo de las malezas. Láminas de polietileno negras, no favorecen la precocidad pero debilitan el desarrollo de las malezas. Láminas de polietileno bicapa blanco/ negro, permiten una supresión de las malezas y además incrementa la luminosidad en el cultivo. Se debe considerar una adecuada eliminación de los restos de polietileno, preferentemente a plantas de reciclaje.

8.6. Referencias

Blancar, D. 2002. Enfermedades del Tomate Observar, Identificar y Luchar. Limoges, Francia.

IMPPA- AFIPA. 2005. Manual Fitosanitario 2006-2007. Santiago, Chile.

Latorre, B. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado ONU-FAO. Santiago, Chile.

9. MANEJO SUSTENTABLE DEL CULTIVO DEL TOMATE

Alejandra Martin B.

Los sistemas agrícolas sustentables son aquellos que permiten satisfacer las necesidades humanas modernas, sin comprometer las futuras. Por ser intergeneracionales, están encauzados a mantener los sistemas agrícolas que producen bienes y servicios, respetando y conservando los sistemas productivos, respondiendo a las exigencias sociales y ambientales.

Es en este contexto que el desarrollo de un protocolo que permita tomar conciencia al agricultor sobre las prácticas utilizadas para el desarrollo de sus cultivos, facilitaría la transición de una agricultura tradicional a una más sustentable, lo que hace necesario promover acciones para desarrollar un plan de producción de hortalizas encaminado a fortalecer los programas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y la implementación de programas de aseguramiento de la inocuidad. Esta aplicación de estos programas posibilita la incorporación de los agricultores para competir en diversos mercados con productos diferenciados, que garanticen al consumidor un producto de alta calidad.

Chile dentro de sus productos agrícolas, entre ellos las hortalizas, como dinámica comercial debe promover productos que cumplan con los requisitos de calidad, sanidad e inocuidad establecidos por los consumidores. Sin embargo, esta presencia en los mercados internacionales, ha demandado un ajuste permanente, para lograr un producto de acuerdo a los estándares exigidos en materia de inocuidad alimentaria, protección del medio ambiente y bienestar de sus trabajadores.

Hay que señalar que por ser un proceso voluntario, paulatino y conforme a las capacidades de cada productor, éste deberá estar constantemente evaluando las exigencias y ajustarse a las normativas, capacidades técnicas y económicas para poder cumplir con las BPA, por lo que las convierte en una preocupación permanente del sector hortícola nacional.

9.1. Buenas Prácticas Agrícolas

Las BPA son un conjunto de normas y recomendaciones técnicas aplicadas en diferentes etapas de la producción agrícola, que involucran el manejo integrado del cultivo y las plagas (MIC y MIP), garantizando productos de elevada calidad e inocuidad con un mínimo de impacto ambiental, además de asegurar el bienestar de los consumidores y trabajadores, todo enmarcado en una agricultura sustentable, documentada y evaluable.

Las BPA involucran:

- Protección del medio ambiente: Esto implica el uso adecuado de agroquímicos, entendiéndose por esto también, la minimización de su uso para evitar contaminar el suelo, agua y biodiversidad.

- Bienestar y seguridad de los trabajadores: Esto se logra a través de la capacitación, cuidados laborales y de salud, además de las buenas condiciones de trabajo.
- Alimentos sanos: Los alimentos producidos dan garantía de estar aptos para el consumo, libres de contaminantes como residuos de agroquímicos, patógenos u otro material.
- Organización y participación de la comunidad: La gestión participativa ayuda al empoderamiento y construcción de redes sociales, fortaleciendo el uso de los recursos de manera sustentable.
- Comercio justo: Los productores organizados pueden lograr mejores negociaciones de sus productos.

Según la Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas (2008), Izquierdo y Rodríguez (2007), Parrado y Ubaque (2004), el grupo de acciones radica en 12 puntos a considerar tales como:

9.1.1. Auditoria interna, mantenimiento de registros y trazabilidad.

En este punto, los registros son un aspecto clave, ya que permiten poseer la información de la trazabilidad y seguimiento de cada una de las actividades referidas al producto. Estos registros permitirán ante una disconformidad, descubrir en que momento se cometió el error y tomar las acciones preventivas o correctivas necesarias.

Está conformada por:

- a) Auditoria interna: La cual corresponde realizarse por lo menos una vez al año, debe quedar documentada y cumplir con las recomendaciones realizadas.
- b) Conservación de registros: Obliga tener un historial de al menos dos años.
- c) Trazabilidad: A través de ella se integran los procesos, y se visualiza mejor el concepto de la calidad como un sistema integral. Para el caso de los agricultores, la información va desde la siembra a la cosecha o postcosecha (si esta última es realizada en el predio).

9.1.2. Manejo del cultivo

Involucra reglas básicas de inocuidad alimentaría, considerando el bienestar de los trabajadores y la protección del medio ambiente. Aquí se relacionan acciones como elección del terreno, variedad y semilla, rotación de cultivos, control de malezas, manejo de residuos, uso adecuado de herramientas y transplante, etc. Es recomendable realizar un manejo integrado en todo, es decir, reducir el uso de herbicidas y otros productos fitosanitarios, mantener libre de plantas muertas o que presenten algún síntoma de daño o enfermedad para evitar posibles focos de contaminación, no mantener animales en las áreas de cultivo, si son de trabajo, deberá existir un mecanismo de recolección de fecas, para evitar que contaminen el cultivo, no realizar quema de neumáticos para el control de heladas, entre otras prácticas.

9.1.3. Gestión del suelo y los sustratos

El manejo sustentable del recurso suelo implica conocer sus características y planificar su uso para prevenir el deterioro (por erosión, compactación, contaminación, etc.) y hacer un mejor aprovechamiento de éste para el cultivo. Se refiere a mapas de suelo, labores realizadas, medidas para evitar la compactación o erosión, desinfección del suelo y uso de sustratos. Conviene conocer los distintos tipos de suelo existentes en el predio, ya que esto permitirá realizar labores adecuadas para velar por la conservación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, además de planificar un programa adecuado

de rotaciones de cultivo. También es recomendable darle un uso adecuado al descarte de la cosecha, ya sea incorporándolo al suelo lo más rápido posible, para su degradación o realizarle un tratamiento de compostaje.

9.1.4. Protección del cultivo

La base conceptual del sistema de protección del cultivo es la estrategia de un buen manejo de agroquímicos. Debe estar respaldada por un profesional para evitar su uso indebido, que pueda generar efectos no deseados al medio ambiente o poner en riesgo la salud de los trabajadores y consumidores.

En esta sección deben existir elementos básicos de seguridad, equipos y registros de aplicación, plazos de seguridad, gestión del almacenamiento y manejo de productos fitosanitarios (envases vacíos, caducidad, excedentes de productos fitosanitarios), análisis de residuos de productos.

No debemos olvidar que la aplicación de los productos fitosanitarios opera bajo un marco legal y de acuerdo a los requerimientos de los mercados de destino.

9.1.5. Riego

El agua es un recurso escaso y de gran valor, su conservación y buen uso permite obtener hortalizas inocuas, además de mantener condiciones de trabajo seguras desde el punto de vista sanitario. Esta sección se refiere al cálculo de las necesidades del cultivo, sistema de riego, calidad de agua y procedencia de la misma. Por esto, deben identificarse todas las fuentes de agua del predio, evaluar su calidad para poder destinarla a distintos usos (lavado, riego, bebida, etc.), monitorear las características químicas, físicas y microbiológicas, capacitar al personal para su uso adecuado, protegerla de fuentes de contaminación como animales, productos agroquímicos y residuos que puedan causar problemas; también es necesario realizar constantemente mantenimiento a todos los sistemas de riego existentes para evitar riesgos innecesarios.

9.1.6. Fertilización

La fertilización debe realizarse de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo, ya sea total o por etapas, evitando las pérdidas o sobre utilización de fertilizantes que puedan producir contaminación al producto y al medio ambiente. Se debe tomar en cuenta las recomendaciones de cantidad y tipo de fertilizantes, llevar un registro de aplicación, tipo de maquinaria usada, lugar de almacenamiento y tipos de fertilizantes usados (inorgánicos y orgánicos), además de contar con personal capacitado y equipos en buenas condiciones.

9.1.7. Cosecha y postcosecha

Esta sección está preocupada de las condiciones higiénicas del lugar de cosecha, del personal y de los elementos utilizados. Pone énfasis en el cuidado del manejo del producto, planificando y coordinando las diferentes labores tanto en el interior del predio como en el exterior (proveedores, compradores, etc.) Permite conservar el producto libre de patógenos, plagas, partículas de polvo u otros elementos extraños que deterioren su calidad y puedan afectar la salud de las personas. El personal que participa en la cosecha, transporte, embalaje, manejo de materiales y almacenamiento, debe estar capacitado en las labores que realiza y en las medidas de higiene respectivas.

9.1.8. Manejo del producto

Comprende los cuidados en la higiene del producto y del personal que lo manipula. Las precauciones en el lavado del producto, calidad del agua, insumos utilizados, instalaciones para su manejo, incluyendo su almacenamiento.

Esta dividida cuatro sub-secciones:

- a) La higiene en el manejo del producto: Relacionada con los procedimientos, la disponibilidad de servicios higiénicos y capacitación de los trabajadores.
- b) El agua: Esta involucra el suministro para el lavado, contempla análisis y tratamiento de ésta.
- c) Los tratamientos del producto: Cumplimiento de instrucciones, uso de insumos autorizados y operadores calificados.
- d) Instalaciones adecuadas: Deben permanecer limpias y tener un manejo apropiado de los insumos y residuos.

9.1.9. Gestión de residuos y agentes contaminantes (reciclaje y reutilización).

La identificación y el manejo adecuado de los residuos generados en el predio permiten asegurar mejores condiciones de trabajo y minimizan los efectos ambientales adversos.

La utilización de plásticos en la agricultura ha generado algunos problemas, principalmente por las cantidades generadas, la falta de reutilización o reciclaje hace que estos no sean tratados debidamente (abandonándolos en el predio, mezclándolos en la labores culturales, quemándolos, etc.).

Esta sección está relacionada con la Gestión de la Calidad. La limpieza del predio de residuos indeseables, no sólo permite la identificación de éstos, sino que además establecer un plan de acción, ya sea para su erradicación o para prevenir posibles contaminaciones. La realización de un inventario de los tipos de residuos y agentes contaminantes, permite separarlos por tipo apoyando la acción del re-uso y el reciclaje cuando sea posible, además de limpieza de campos e instalaciones. Más adelante nos referiremos a algunos tipos de residuos (orgánicos e inorgánicos), a cómo afectan al cultivo y a algunas medidas para mejorar nuestras conductas.

9.1.10. Salud, seguridad y bienestar laboral

Está relacionada con las personas vinculadas al predio, a quienes también se les denomina los clientes internos. Son ellos a quienes los administradores del predio están obligados a velar por su salud, su seguridad y brindarles el bienestar que les corresponde como personas.

La importancia de la aplicación de medidas de higiene en el predio es que permite resguardar la inocuidad del producto y la salud de los trabajadores. Todo el personal debe estar en conocimiento de las medidas de higiene, y el significado de las señaléticas establecidas para el predio. Se deben evaluar los riesgos, capacitar al personal, disponer de instalaciones, equipamientos y procedimientos en caso de accidentes, manejo de productos fitosanitarios, ropa y equipo, procedimientos en caso de accidentes, bienestar laboral y seguridad para las visitas.

9.1.11. Medio ambiente

Mediante el cuidado del ambiente se busca reducir la contaminación, conservar la biodiversidad y valorizar los recursos naturales. El uso irracional de productos químicos

ha favorecido la contaminación de los suelos y aguas. La acumulación de residuos puede producir pérdidas en la biodiversidad e intoxicaciones en los seres humanos.

Esta sección consta de tres sub-secciones:

- a) Impacto ambiental: Evaluación, y participación en las mejoras ambientales.
- b) Conservación del medio ambiente: Expresado a través de un Plan de Conservación, con políticas y acciones de mejora.
- c) Reutilización de áreas improductivas: Su identificación, evaluación, plan de conversión y mejoras.

9.1.12. Reclamos

En esta sección el agricultor debe estar preparado para medir, consultar y obtener la conformidad o inconformidad de sus clientes de tal forma que pueda ejercerse mejoras continuas en el proceso.

Los registros deben comprender los siguientes puntos:

- a) Disponibilidad de un documento de conformidad o reclamo: Este debe estar relacionado con las BPA y el producto sobre el cual se consulta, esto implica que el documento este visible y sea de fácil acceso.
- b) En relación con la atención de los reclamos: registro, evaluación, toma de acciones correctoras.
- c) La documentación que sustentan las respuestas.
- d) Las necesidades de atención para mejorar.
- e) La programación de acciones para superarlas.

9.2. Manejo de residuos en el cultivo del tomate

La productividad y alta calidad de los productos agrícolas esta estrechamente ligada a algunos cuidados que se deben tener con el cultivo y principalmente con el suelo, la sobre explotación de este va potenciando el mayor costo de la producción, ya que para obtener mejores resultados, debemos aumentar las aplicaciones de insumos agrícolas como agroquímicos y por ende aumentar los costos de producción.

No aplicar prácticas agronómicas como: rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha, uso adecuado de agroquímicos, conocimiento del manejo de plagas y enfermedades, etc. hacen que un sistema de producción sea perjudicial al medio ambiente por las prácticas contaminantes que se utilizan para su desarrollo. Es por ello que se requiere con apremio la capacitación del productor en el manejo integrado del cultivo, orientado a la aplicación y establecimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas.

El cultivo del tomate es un sistema productivo hortícola que genera grandes cantidades de residuos agrícolas, compuestos por residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos pueden ser reutilizados a través de la incorporación directamente al suelo o a través de procesos como el compostaje, lombricultura o ensilaje. Los inorgánicos; en cambio, tales como plásticos y envases de agroquímicos demandan de un cuidado especial ya que pueden ser considerados como residuos potencialmente peligrosos.

9.2.1. Residuos inorgánicos

La falta de capacitación y orientación, y la inconciencia por parte de los usuarios trae como consecuencia no saber darle el uso adecuado a los residuos que genera un cultivo. Para el caso de los residuos inorgánicos (envases) es común la práctica de reutilización de envases de agroquímicos de vidrio, plástico o metal, tales como bidones, sacos, cajas, tambores entre otros. Hay agricultores que los reusan para almacenar diferentes productos (semillas, agua, alimentos, otros productos, etc.), sin imaginar el riesgo que esto implica.

Pero, además existen otras prácticas como la incineración o el entierro en el campo; que también son inadecuadas y riesgosas para la salud humana y el medio ambiente. Para el caso de los residuos de plástico como cintas de riego, amarras de conducción, plásticos de cobertura de invernaderos, etc. se recomienda reutilizarlos siempre que se encuentren en buen estado y sanitizados, nunca quemarlos, ya que su combustión libera toxinas peligrosas para el ser humano y el ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a calculado que cada año se generan alrededor de 80 millones de toneladas en el mundo de este tipo de residuos (envases de agroquímicos) (Foto 3). No obstante, se está trabajando para darles un tratamiento más adecuado: la idea es realizar campañas que permitan educar, recolectar, eliminar y valorar estos residuos (envases vacíos) (Foto 4) dándoles un nuevo uso a través del reciclaje. Este proceso se basa en la transformación del plástico a través de la trituración de los envases, mezcla y posterior moldeo de piezas como pallets, cañerías, perfiles para construcción, bandejas, tablas, postes de alambrado, láminas, fondos para camiones, juegos infantiles o nuevos envases. Sin embargo, antes del retorno de los envases, éstos deben pasar por el proceso de triple lavado y deben guardarse en una bodega identificados como peligrosos, todo con la finalidad de no ser reutilizado, y poder ser trasladados a un centro de acopio que se encarga de la disposición final (reciclado, entierro o incineración) en forma segura.



Foto 3. Envases vacíos en el campo



Foto 4. Bodega de residuos

El retiro los envases de agroquímicos vacíos tiene un fuerte impacto positivo en el ambiente, ya que permite disminuir los riesgos a la salud humana, suelo, agua, además de la contaminación visual del lugar. Los nuevos productos generados por los procesos de reciclaje permiten minimizar el uso de los recursos naturales reduciendo los costos de producción.

9.2.2. Residuos orgánicos

El manejo tradicional de los residuos orgánicos (eliminación de plantas enfermas, restos de poda, renovación del cultivo, etc.) por parte de los agricultores, ha sido la incorporación directa de éstos sin ningún tratamiento previo, al momento de preparar el suelo para otro cultivo. Sin embargo, estos residuos no tratados pueden actuar como inóculos o reservorios en el nuevo cultivo, obligando al agricultor a aplicar agroquímicos con mayor frecuencia. La incorporación de rastrojos pesados presenta algunos inconvenientes para las operaciones posteriores del cultivo, ya que al ser incorporados sin previa descomposición, éstos pueden inmovilizar grandes cantidades de nutrientes, particularmente el nitrógeno. Sin embargo la materia orgánica en el suelo sigue siendo un tema central en la nutrición de los cultivos. En consecuencia un adecuado manejo de los residuos generados, depende de su composición, época y lugar.

Otra labor habitual es la quema de los residuos comúnmente llamados rastrojos, sin embargo, ésta no permite la incorporación de la materia orgánica haciendo disminuir la biomasa microbiana, propiciando la degradación del suelo con efectos tan negativos como la pérdida de fertilidad y la erosión. Esto trae como consecuencia menores rendimientos de las cosechas y mayores costos en la producción (aumento de las dosis de agroquímicos). Aunque esta práctica sigue siendo la más utilizada es considerada la más contaminante, perjudicial y peligrosa, ya que contribuye a la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, altera la vida de la mesofauna del suelo y, por ende, la fertilidad del suelo con la consiguiente pérdida de materia orgánica.

Está comprobado que los suelos ricos en materia orgánica, producen plantas vigorosas y sanas, más resistentes a plagas y enfermedades, que aquellos más pobres, ya que tienen una mejor agregación (son menos densos) permitiendo un mejor desarrollo y colonización de las raíces, al tener una estructura superficial estable le permite resistir mejor el impacto de las gotas de lluvia, evitando la formación de costra superficial. La interacción de la micro y macro fauna del suelo cumple un rol importante en la transformación de la materia orgánica, ya que sus actividades ayudan a reciclar los nutrientes, controlan algunas plagas y enfermedades, además de la formación de sustancias fúlvicas y húmicas.

La utilización de residuos orgánicos (rastrojos) para la obtención de compost y humus de lombriz proporcionan una oportunidad de recuperación del potencial de la fertilidad de los suelos a través de la incorporación de materia orgánica descompuesta y estabilizada, ambos procesos son realizados por microorganismos que se desarrollan bajo condiciones aeróbicas, temperatura y humedad. Esta práctica de incorporación de materia orgánica estabilizada en la agricultura, es una de las mejores alternativas para enfrentar graves problemas como la contaminación y el empobrecimiento de los suelos, ya que la materia orgánica necesita ser reemplazada una vez que ha sido extraída. Esta práctica permitirá mantener las poblaciones de microorganismos que favorecen la estabilización y equilibrio de la rizósfera.

Promover la gestión sustentable en conjunto con la preservación de la agrobiodiversidad, el uso eficiente del agua, la energía y otros recursos disponibles, un adecuado balance de nutrientes y vida en el suelo son condiciones importantes para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

9.3. Referencias

Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R. y Sikor, T. 1999. Agroecología, Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 338 p.

Comisión Nacional de Buenas Practicas agrícolas. 2008. Especificaciones técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas – cultivo de hortalizas.

Disponible en:

http://www.buenaspracticas.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=120. Consultado en marzo de 2009.

Izquierdo J., Rodríguez M. y Durán M. 2007. Manual de Buenas Practicas Agrícolas para la agricultura familiar. CTP Print. Medellín, Colombia. 60 p.

Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M. y Rengifo, T. 2007. Manual técnico Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. CTP Print. Medellín, Colombia. 315 p.

Loomis, R. A. y Connor D. J. 2002. Ecología de cultivos, productividad y manejo en sistemas agrarios. Mundi-Prensa, Madrid, España. 590 p.

Martínez, A. 2008. Envases de agroquímicos, enemigo venenoso y silencioso. Revista Ambiental Catorce 6. Bogota, Colombia.

Parrado, C. y Ubaque, H. 2004. Buenas Prácticas Agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogota, Colombia. 35 p.

Oberti, A., Moccia, S. y Chiesa, A. 2007. Hacia una agricultura sustentable: sistema de producción e indicadores. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecología. Revista Brasileña de Agroecología, 2(1):1288-1291.

10. COSECHA, POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACION DE TOMATE FRESCO

Víctor Escalona C.

10.1. Madurez y cosecha

El primer paso en la vida postcosecha de un fruto de tomate es el momento de la cosecha. Para los frutos de tomate destinados a consumo en fresco la cosecha se realiza manualmente, por lo que la decisión de si el producto ha alcanzado la madurez correcta para la cosecha depende del criterio del cosechador. La madurez del tomate al momento de la cosecha determina su vida de almacenamiento y calidad, y afecta la forma en que deben ser manipulados, transportados y comercializados. Por lo tanto, en tecnología postcosecha es esencial comprender el significado y forma de medir la madurez del fruto. El significado del término maduro, el conocimiento de métodos para la determinación y aplicación de un índice de madurez satisfactorio se muestran el cuadro 1. Los frutos deben ser cosechados con una madurez adecuada, con un mínimo daño y pérdidas, y tan rápidamente como sea posible y a un mínimo costo.

Cuadro 1. Cambios de color durante la maduración de tomate.

Estado de desarrollo/ Color	Clasificación USDA	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Verde-sazón	1	62.7	-16.0	34.4	37.9	115.0
Irrupción del color (Breaker)	2	55.8	-3.5	33.0	33.2	83.9
Cambiante	4	49.6	16.6	30.9	35.0	61.8
Rosado	5	46.2	24.3	27.0	36.3	48.0
Roja; listo para consumo	6	41.8	26.4	23.1	35.1	41.3
Rojo oscuro; sobremaduro	–	39.6	27.5	20.7	34.4	37.0

Fuente: Kader, 2002.

En el momento de la cosecha, del 5 al 10% de los frutos deben tener color rosado o amarillo, éstos se envasan como frutos “maduros en planta”. La cosecha de los tomates en este momento maximiza la proporción de los frutos verde-maduros que pueden madurar y alcanzar la calidad aceptable para consumo y minimizar la cosecha de frutos inmaduros. Aunque los frutos inmaduros son capaces de responder al tratamiento con etileno para madurar, tienen una calidad inferior debido a que alcanzan bajos contenidos de azúcares y ácidos. En algunas variedades de tomate en racimos pueden no tener una calidad uniforme en el estado maduro debido a las diferencias de madurez entre los frutos del racimo. Los frutos con menor desarrollo deben tener por los menos algo de color externo ('breaker' como mínimo) en el momento de la cosecha del racimo (cuadro 2).

La mayoría de los frutos maduros se deberían transportar hacia el packing a granel en cajas de campo.

Cuadro 2. Escala de madurez en tomates

Valor	Estado	Descripción
1	Verde	Totalmente verde (claro a oscuro) pero maduro
2	Breaker	Primera aparición externa de color rosa, rojo o amarillo; no más de 10%
3	Cambiando	Sobre 10% pero menos de 30% rojo, rosa o amarillo
4	Rosado	Sobre 30% pero menos de 60% rosado o rojo
5	Rojo (ligero)	Sobre 60% pero menos de 90% rojo
6	Rojo	Sobre 90% rojo; deseable para consumo

Fuente: Kader, 2002.

10.2. Acondicionamiento, selección y embalaje

En muchos casos las operaciones de selección, clasificación, clasificación por tamaño, envasado y paletizado se llevan a cabo en el campo. Posteriormente los productos se transportan a las instalaciones de enfriamiento. Las unidades móviles de envasado (carros con cintas transportadoras) se llevan al campo cuando los tomates muestran un color externo (maduro en planta). Los costos de este tipo de manejo reducen en el número de operaciones y la manipulación del producto siendo menores que en un packing. Sin embargo el envasado en el campo no se emplea cuando se requiere una clasificación por color y tamaño. Para tomates de invernadero o tomates madurados en planta, se puede utilizar un sistema simplificado de manejo para minimizar los pasos de manipulación aproximándose a las operaciones del envasado en campo. Para mantener los tomates unidos a los racimos, la manipulación debe ser mínima. Los racimos son cortados cuidadosamente y colocados en cajas, de las cuales posteriormente se seleccionan y envasan.

10.3. Selección

En algunos procesos de clasificación se pueden utilizar seleccionadores electrónicos para separar frutos verde-maduros de los maduros o para frutos en diferentes etapas del proceso de maduración.

Después de realizar una selección por defectos y color, los frutos se separan en varias categorías por tamaño. La clasificación se puede hacer por diámetro con clasificadores de banda o por peso.

10.4. Envasado y paletizado

Comúnmente los tomates verde-maduros y rosados se colocan en los envases de envío, por peso o volumen. Los tomates se envasan por número de piezas y se clasifican por tamaño durante la misma operación. En las operaciones con volúmenes grandes, las cajas terminadas se paletizan.

10.5. Enfriamiento

Para tomates se puede utilizar enfriamiento por aire forzado (figura 1). Mientras mayor es el tiempo de retraso desde la cosecha hasta el enfriamiento por aire forzado pueden producirse una excesiva pérdida de agua deshidratación. El enfriamiento por vacío con

aire forzado en ocasiones se utiliza en EEUU. para volúmenes pequeños de tomate “cherry”. Las cajas paletizadas debe alcanzar la temperatura recomendada antes de que sean cargados para su transporte al mercado de destino.



Figura 1. Túnel de aire forzado.

10.6. Manejo de la temperatura

Un buen manejo de la temperatura controla efectivamente el proceso de maduración de los tomates maduros. Los tomates son susceptibles al daño por frío a temperaturas de almacenamiento por debajo de 10°C. El daño por frío es acumulativo y su severidad depende del estado de madurez del fruto, temperatura y la duración del almacenamiento. Bajo temperaturas que causan daño por frío, el tomate desarrolla un color pobre, bajo sabor y aumento de las pudriciones.

Las temperaturas óptimas para el almacenamiento a corto plazo y transporte son:

- Tomates verde-sazón: 12,5° a 15°C.
 - Tomates parcialmente o totalmente maduros: 10° a 12,5°C.
- El rango óptimo de humedad relativa es de 85-90%.

10.7. Daños mecánicos

Los vehículos cargados de frutos provenientes del campo deben estacionarse en áreas techadas para evitar que el producto se caliente. Los frutos pueden descargarse manualmente o en bandas transportadoras (tomate verde-maduro), o bien, descargarse en agua dentro de tanques con agua corriente para reducir daños físicos. Un daño mecánico considerable se presenta en las operaciones de descarga en seco: magullamiento, raspaduras, abrasiones y fracturas. El agua en los tanques de descarga debe ser clorada y la temperatura debe ser ligeramente mayor que la temperatura del producto para prevenir la absorción de agua y organismos que provoquen pudrición del producto. Una operación puede tener dos tanques separados por un sistema de aspersión de agua limpia para mejorar la sanidad del manejo.

10.8. Maduración de tomates

Para una maduración controlada y uniforme de tomates verde-maduros, se aplica frecuentemente un tratamiento con etileno (unas 100 ppm) a una temperatura de 12,5° a 25°C; entre más alta sea la temperatura, más rápido será el proceso de maduración. A temperaturas superiores a 30°C se inhibe el desarrollo del color rojo (síntesis de licopeno)

de los tomates. Los frutos madurados a una temperatura superior a 25°C serán menos firmes que los madurados a 15° a 20°C. Los tomates se pueden mantener a 20°C con una humedad relativa ambiente elevada hasta 3 días. Después que el tomate alcanza un estado mínimo de color rojo, el tratamiento con etileno no aumenta el proceso de maduración.

El etileno puede aplicarse tanto en el punto de embarque como en el de recepción del producto, aunque generalmente se considera que la calidad de la fruta es mejor si se aplica etileno durante el transporte al poco tiempo después de la cosecha. Los tomates podrían ser tratados antes o después del envasado, pero la mayoría son tratados después. Una ventaja de tratarlos antes del envasado es que las condiciones de temperatura elevada favorecen el desarrollo de microorganismos causantes de pudriciones en los frutos, lo que permitiría su eliminación antes del envasado final. El envasar después del tratamiento con etileno permite alcanzar color uniforme dentro del envase.

10.9. Pudriciones

Las pudriciones en tomates es un problema común que ocurre durante su manejo. La mayoría de los organismos causantes de pudriciones aprovechan la entrada al tejido sano a través de heridas causadas por daño mecánico (*Geotrichum*, *Rhizopus*, etc.) (figura 2). Además los frutos dañados por frío presentan una mayor incidencia de *Alternaria* sp. (figura 3).



Figura 2. Ataque de *Rhizopus* sp. en pimiento amarillo (Fuente: Snowdon, 1991).



Figura 3. Ataque de *Alternaria* sp. en tomate (Fuente: Snowdon, 1991).

10.10. Tratamientos de postcosecha alternativos

Los tratamientos de acondicionamiento que se aplican antes del almacenamiento, tratamientos térmicos, calentamientos intermitentes y la irradiación han sido evaluados por su eficacia para reducir el daño por frío o las pudriciones. A pesar de que tales tratamientos pueden ser parcialmente efectivos, la mejor opción es evitar la exposición prolongada de los frutos a temperaturas que causan daño por frío.

10.11. Cadena de distribución

La capacidad para llevar al mercado de destino con frutos de alta calidad requiere de la atención en detalle de las operaciones desde las prácticas culturales en el campo hasta que el fruto es consumido. La protección y cuidado de los frutos es fundamental, tanto en la producción y cosecha como en el manejo postcosecha con el propósito de evitar las causas inmediatas del deterioro (golpes, heridas, suciedad, etc.) y disminuir aquellas que pueden ocurrir después en los canales de distribución.

10.12. Envases

Los materiales y tipos de envase para los productos hortofrutícolas y en especial para tomate deben diseñarse de tamaño adecuado para que los productos sean fácilmente comercializados y distribuidos. La función del envase es proteger los frutos contra daños durante la distribución manteniendo su forma y resistencia inicial durante periodos prolongados bajo condiciones de humedad relativa alta. A veces los envases están diseñados para facilitar el rápido enfriamiento de los productos desde el campo hasta las temperaturas bajas de almacenamiento o transporte permitiendo la remoción continua del calor producido por los frutos. Los envases deben adaptarse a operaciones con grandes volúmenes, proporcionar información y ser atractivos al consumidor (figura 4).



Figura 4. Tomates comercializados en bandejas de plástico y cajas de cartón.

10.13. Almacenamiento y comercialización

La comercialización ordenada de las mercancías perecederas a menudo requiere de algún almacenamiento. De esta forma se controlan las fluctuaciones entre el producto cosechado y las ventas; para algunos productos se utiliza el almacenamiento a largo plazo para prolongar la comercialización más allá del término de la cosecha. Los objetivos del almacenamiento son:

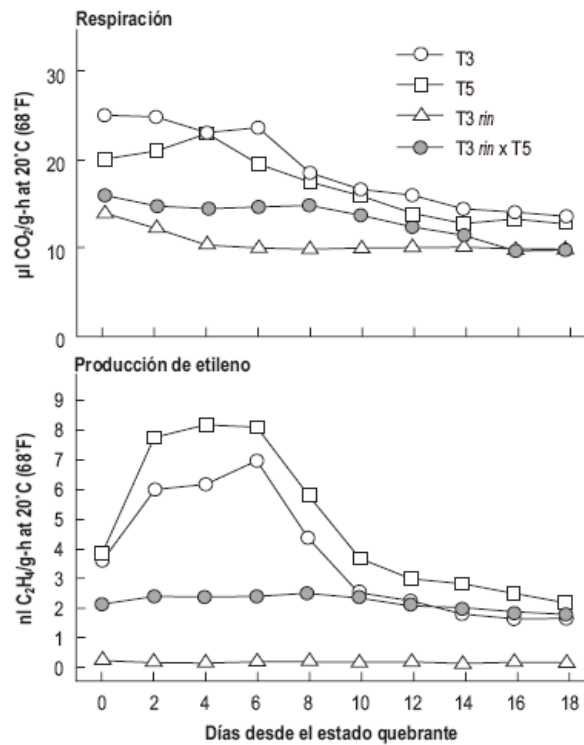
- Disminuir la actividad biológica del producto mediante el mantenimiento de la temperatura más baja que no le cause daño por congelación o por frío.
- Disminuir el crecimiento y la propagación de los microorganismos mediante el mantenimiento de las temperaturas bajas con una elevada HR.
- Reducir la pérdida de humedad del producto y el consecuente marchitamiento y arrugamiento por reducción de la diferencia de la temperatura entre el producto y el aire y el mantenimiento de la humedad alta en la cámara de almacenamiento.
- Reducir la susceptibilidad al daño por el gas etileno.

10.14. Mejoramiento genético

Los genes mutantes involucrados en el proceso de maduración (rin, inhibidor de maduración, nor, no-madura), se utilizan para desarrollar variedades de vida útil larga, especialmente para la producción de tomates maduros de invernadero. En la figura 5 se observa el efecto del mutante rin en la fisiología de maduración de los tomates.

Los cruces entre un pariente rin con un pariente normal generan plantas con frutos de comportamiento de maduración intermedia y por tanto de vida útil más larga. Los frutos de variedades de vida útil larga mantienen su firmeza durante el almacenamiento por más tiempo que los de variedades convencionales, pero pueden tener menor calidad sensorial. El desarrollo del color rojo también puede reducirse en las variedades de vida útil larga ya que tienen tasas de producción de etileno menores.

Los tomates han servido también como un cultivo modelo para la modificación molecular de los genes asociados con la producción de etileno y las actividades de las enzimas de la pared celular. Las variedades transgénicas modificadas en sus características de maduración y almacenamiento pueden proporcionar aún más opciones en las operaciones de manejo postcosecha de tomates para el mercado fresco.



ra 5. Maduración de tomate variedad convencional, mutante *rin*, e híbridos (Fuente: Kader, 2002).

10.15. Referencias

Kader, A. 2002. Tecnologías de productos hortofrutícolas. 3ª Edición. Publicación 3311. Universidad de California. 580 p.

Snowdon A. 1991. Postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol II, fe Scientific. Aylesbury England. 416 p.