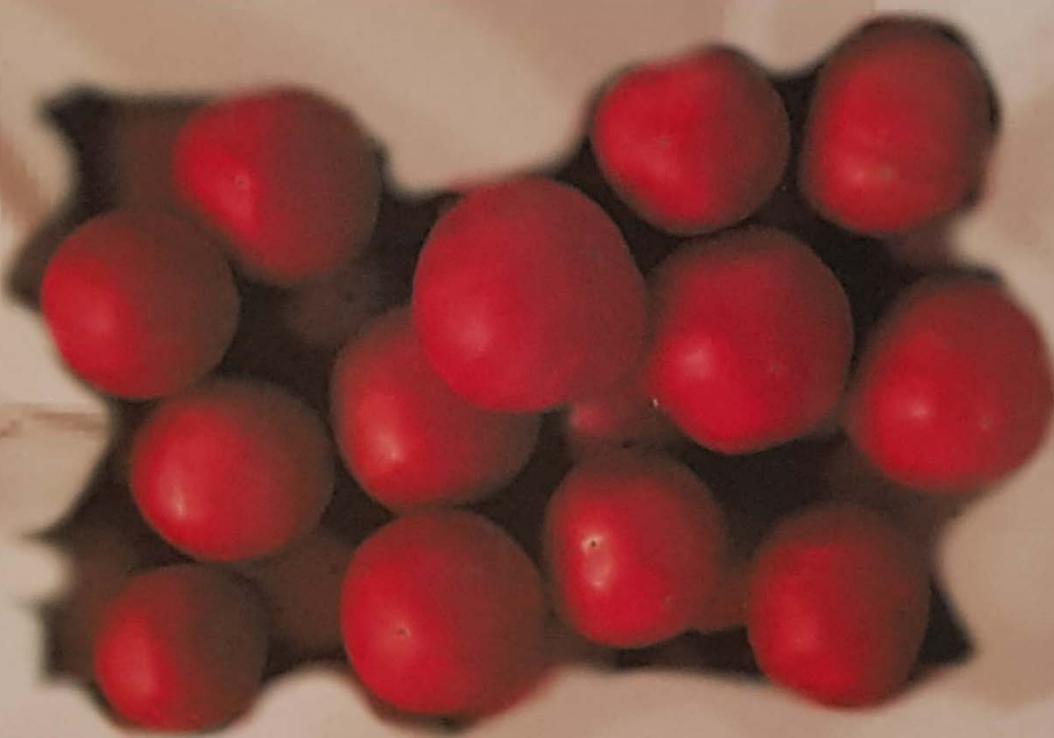


Cultivo de Tomate en El Valle de Vizcaíno

**RAUL LOPEZ-AGUILAR
MARCO REAL-ROSAS
EDUARDO VILLAVICENCIO-FLORIANI
ARMANDO LUCERO-ARCE**



jica CIB

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.
PROGRAMA DE AGRICULTURA EN ZONAS ARIDAS
UNIDAD GUERRERO NEGRO**

CULTIVO DE TOMATE EN EL VALLE DE VIZCAINO

Raúl López-Aguilar

Marco Real-Rosas

Eduardo Villavicencio-Floriani

Armando Lucero-Arce



ISBN: 968-5715-36-X

Impreso en México
Printed in México

Derechos Reservados de la Primera
Edición en Español 2004:

DR© Centro de Investigaciones
Biológicas del Noroeste, S.C., Mar
Bermejo No. 195 Col. Playa Palo de
Santa Rita. LA PAZ, BAJA CALIFORNIA
SUR, MÉXICO, 23090.

Prohibida la reproducción total o parcial
sin permiso por escrito de los editores
y/o autores.

Responsable de edición:
Raúl López Aguilar
Unidad Guerrero Negro

Diseño de portada:
Gerardo Hernández García
Encargado de impresión y acabados:
Santiago Rodríguez Álvarez
Rubén Andrade Velázquez

Edición con fines técnicos, académicos y
de divulgación.

Cita Correcta: Raúl López-Aguilar,
Marco Real-Rosas, Eduardo
Villavicencio-Floriani y Amando Lucero-
Arce. 2004. El Cultivo de Tomate en el
Valle de Vizcaíno. Editorial: Centro de
Investigaciones Biológicas del Noroeste,
S.C., La Paz, B.C.S. México.

DIRECTORIO

Dr. Mario Martínez García
Director General del CIBNOR
mmartine04@cibnor.mx

C. Elena Enríquez Silva
Directora de Gestión Institucional.
eenrique04@cibnor.mx

Dr. Aradit Castellanos Vera
Director de Apoyo Técnico.
arcas04@cibnor.mx

M.C. María Elena Castro Núñez
Directora de Administración
mcastro@cibnor.mx

Dr. Alfredo González Becerril
Director de Transferencia Tecnológica.
alfredog04@cibnor.mx

Dr. Felipe de Jesús Ascencio Valle
Director del Programa de Agricultura en
Zonas Áridas.
ascencio@cibnor.mx

Dr. David Raúl López Aguilar
Coordinador del CIBNOR
Unidad Guerrero Negro
daquilar04@cibnor.mx

Dr. David Raúl López Aguilar
Responsable de publicación
daquilar04@cibnor.mx

Información relacionada en la página
electrónica.

<http://www.cibnor.mx/>

**CULTIVO DE TOMATE EN EL
VALLE DE VIZCAINO**

RAUL LOPEZ-AGUILAR

MARCO REAL-ROSAS

EDUARDO VILLAVICENCIO-FLORIANI

ARMANDO LUCERO-ARCE

INDICE DE CONTENIDO

PROLOGO

AGRADECIMIENTO

1.	Introducción	1
2.	Importancia	3
3.	Valor nutricional	5
4.	Características botánicas	7
4.1	Sistemas de raíces	7
4.2	Tallo	7
4.3	Hojas	8
4.4	Racimo floral	8
4.5	Flores	8
4.6	Fruto	8
4.7	Semillas	9
5.	Variedades	11
6.	Ciclos del cultivo de tomate	13
7.	Crecimiento y control	15
8.	Siembra	17
9.	Manejo del plantero	19
9.1	Recipientes para producción de plántulas	19
9.2	Transplante en el invernadero	20
9.3	Injerto	21
9.4	Cuidados después de la germinación	21
9.4.1	Temperatura	21

9.4.2	Riego	21
9.4.3	Fertilización	21
10.	Preparación del campo para el transplante	23
10.1	Selección del suelo	23
10.2	Regulación del pH del suelo	24
10.3	Fertilización	25
10.4	Surcado	25
10.5	Sistema de riego	26
10.6	Acolchado	26
11.	Labores después del transplante al campo	27
11.1	Transplante	27
11.2	Riego	29
11.3	Tutorado	31
11.4	Polinización	32
11.5	Poda de brotes axilares	33
11.6	Raleo de frutos y defoliación	34
12.	Cultivo en invernadero	35
12.1	Importancia	35
12.2	Principales ventajas y desventajas	36
12.3	Nutrientes	36
12.4	Soluciones nutritivas	38
13.	Cultivo de tomate orgánico	41
13.1	Importancia	41
13.2	Sistema de producción	41
13.3	Perspectivas	43
14.	Control de plagas y enfermedades	45

15. Cosecha	47
16. Apéndice	49
17. Bibliografía	51

PROLOGO

Las condiciones climáticas y los extensos periodos de sequía, hacen del Valle de Vizcaíno uno de los lugares más extremos del planeta. Sin embargo, mediante la introducción del riego por goteo y un buen manejo de los agroquímicos es posible desarrollar cultivos y producir buenas cosechas.

Dentro de los cultivos que deben considerarse para su desarrollo son hortalizas de alta rentabilidad económica cuyos ingresos deben ser cuantificados de manera estricta por cada m³ de agua utilizada.

En el cultivo de tomate se puede utilizar la mano de obra de un modo más completo y regular. Diversas actividades en su cultivo requiere, en cierto grado, menor tensión física, como por ejemplo, la producción de plántulas, la siembra, el aclareo y atadura cuando el tomate es cultivado verticalmente. Por esta razón, para estas actividades pueden ocuparse mas fácilmente las mujeres y hombres de edad avanzada, así como los que presentan alguna discapacidad.

Pese a la importancia económica de la producción del tomate en Baja California, los conocimientos técnicos acerca de su manejo es muy escasa si se compara con otros cultivos tradicionalmente explotados y que representan menor importancia económica para la región.



AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero de FUNDACIÓN PRODUCE, B.C.S, para llevar a cabo el proyecto “Manejo agronómico y aplicación racional de fertilizantes en hortalizas desarrolladas en zonas áridas” cuyos resultados dieron origen en parte a este libro.

Se agradece profundamente a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) por establecer base firmes para investigación de cultivos hortícolas en zonas áridas.

Al personal técnico del CIBNOR por el apoyo otorgado para realizar los análisis y estudios, tanto de campo como de laboratorio, en investigaciones relacionadas con el cultivo de melón.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una planta de la familia de las solanáceas que procede de las regiones de América del Sur. Necesita de una luz intensa (70,000 luxes como punto de saturación), gusta de un clima fresco con gran diferencia de temperaturas diurnas y nocturnas, y no es resistente a la humedad excesiva. Desde la época prehispánica ha sido cultivada y actualmente en las zonas áridas de México es el cultivo mas comúnmente desarrollado. Tiene diversas formas de consumo, en fresco se utiliza para preparar jugos y en algunos casos salsas, sopas, guisados, etc.

Actualmente en Perú, Bolivia, México y Ecuador todavía existen en estado natural las variedades de las cuales procede el tomate cultivado.

El tomate fue llevado a Europa y propagado allí después del descubrimiento de América. Los primeros países que conocieron esta planta fueron España, Portugal e Italia (Esquinas-Alcazar, 1995).

En todos los países puede considerarse el cultivo del tomate como uno de los más representativos de las especies hortícolas de importancia económica dado su extraordinario consumo (Segura-García del Rio, 1995).



2. IMPORTANCIA

El rápido desarrollo de la producción de tomate en muchos países, como en México, se debe principalmente a sus cualidades nutritivas. El tomate se consume en estado fresco y también en conserva. El tomate es relativamente rico en vitaminas.

En estos últimos años cabe destacar la industrialización del tomate en sus formas de jugo y conserva, que aumenta su consumo paralelamente al crecimiento demográfico, obligando a ampliar notablemente su cultivo en países como México que tienen climas apropiados para su desarrollo en comparación con otros países en donde resulta económicamente difícil su explotación por sus adversas condiciones climáticas.

La demanda de conservas y jugo de tomate en los países deficitarios ofrece grandes posibilidades económicas para los países productores como México, por disfrutar de unas ventajas climáticas excepcionales, mano de obra relativamente abundante y barata, y productores dispuestos a implantar los cultivos que hagan falta, como el del tomate que es uno de los más remunerativos.

Durante los últimos diez años China ha sido el principal productor de tomate a nivel mundial con un promedio de 15 millones de toneladas anuales, que representan el 17% del total mundial, siguiendo Estados Unidos de América con el 12% de la producción mundial con 11 millones de toneladas (SAGARPA, 2002). En el periodo de 1992-2001; México ocupó el décimo lugar con un promedio de 2.15 millones de toneladas anuales lo cual significó el 2.5% de la producción mundial. Sin embargo, ocupa el tercer lugar a nivel mundial como país exportador, después de España y Holanda, con volúmenes cercanos a las 600 mil toneladas anuales (SAGARPA, 2002).

De acuerdo con el INEGI (2003), en el año 2000 se cosecharon 50,807 hectáreas de tomate en el ámbito nacional, de las cuales Baja California Sur cosechó 1,745, alrededor de 5.2% de la superficie total cosechada en el Estado para todos los cultivos, solamente superado en superficie por maíz (*Zea mays*) con 7,325 hectáreas y para el año 2001 se cosecharon 69,204 hectáreas a escala nacional de la cual Baja California Sur aportó 1,479 hectáreas, alrededor del 4.1% del total de la superficie cosechada en el Estado.

El año 2001 el Estado de Baja California Sur se ubicó en el lugar 8 de 32 a nivel nacional en producción de tomate con 56,590 toneladas y en el primer lugar en producción de tomate Cherry orgánico con 4,000 toneladas. De acuerdo a registros de

la SAGARPA (2002), solamente el cultivo de tomate ocupa un lugar preponderante en el Estado. La región agrícola del Vizcaíno se caracteriza por presentar condiciones climáticas favorables para el cultivo de tomate, lo cual hace que compañías de otros estados vengan a producir aquí, bajo sistemas de producción altamente intensivos.

3. VALOR NUTRICIONAL

El tomate es una fuente importante de vitaminas, minerales y fibras. Cien gramos de tomate maduro proporciona casi todo el requerimiento diario de vitamina A, 73% de vitamina C, 5% de vitamina B₁, 3% de vitamina B₂ y B₃, así como muchos minerales esenciales requeridos por el organismo. La composición nutricional de diferentes formas en como se consume el tomate se presenta en la Tabla 1 (Thomas y Cordon, 1983).

Tabla 1. Composición del tomate por cada 100 g de la parte comestible.

Concepto	Unidad	Tomate fresco	Tomate enlatado	Puré de tomate	Jugo de tomate enlatado
Parte comestible	%	94	100	100	100
Agua	gr	93.7	93.9	88	93.8
Proteínas	gr	1.0	1.0	1.8	1.0
Grasa	gr	0.3	0.2	0.4	0.2
Carbohidratos	gr	4.1	4.1	7.1	4.1
Energía	Kl	88	84	146	84
Calcio	mg	14	9	12	7
Fósforo	mg	25	23	35	18
Hierro	mg	0.5	0.6	1.3	0.5
Sodio	mg	4	130	399	200
Potasio	mg	252	217	426	227
Tiamina	µg	60	57	90	50
Riboflavina	mg	0.04	0.03	0.06	0.03
Niacina	mg	0.6	0.6	1.7	0.8
Ácido ascórbico	mg	22	18	27	17

Fuente: Tablas métricas de composición de alimentos australianos.

Actualmente casi todas las personas están preocupadas acerca de su nutrición. Algunas personas tienen acceso a toda la alimentación que ellos necesitan, mientras que tristemente, en este recientemente “enlightado” mundo, otras están severamente desnutridas, donde existe abundancia de alimentos, las personas son más selectivas en

lo que ellas consumen. Es decir, ellas quieren saber porque algunos alimentos son buenos para el organismo y porque otros no lo son.

Todos los alimentos contienen cantidades variables de nutrientes y mediante la estimación de estas variables es como los expertos pueden determinar si la ingestión recomendada está siendo alcanzada.

En la Tabla 2 se presentan los requerimientos de vitaminas por las personas y diferentes formas en que la gente consume tomate y su aportación a su dieta alimenticia (Thomas y Cordon, 1983).

Tabla 2. El tomate como una fuente de vitaminas

Vitamina	Fuente	Requerimiento Diario	Por 100 gr de tomate consumido			
			Fresco Requerimiento Diario (%)	Enlatado Requerimiento Diario (%)	Puré Requerimiento Diario (%)	Jugo enlatado Requerimiento Diario (%)
Vitamina A	β -caroteno en frutas y vegetales incluido tomate	750 μ g	715 μ g/95%	647 μ g/86%	1553 μ g/207%	598 μ g/80%
Vitamina C (a. ascórbico)	Frutas y vegetales incluido tomate	30mg	22mg/73%	18mg/60%	27mg/90%	17mg/56%
Tiamina (B ₁)	Vegetales incluido tomate	1.2mg	60 μ g/5%	57 μ g/5%	90 μ g/7%	50 μ g/4%
Riboflavina (B ₂)	Vegetales incluido tomate	1.4mg	0.04mg/3%	0.03mg/2%	0.06mg/4%	0.03mg/2%
Niacina (B ₃)	Vegetales incluido tomate	18mg	0.6mg/3%	0.6mg/3%	1.7mg/9%	0.8mg/4%

Fuente: Tablas métricas de composición de alimentos australianos.

4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS (Según Guenkov, 1975)

El tomate es una planta anual. En condiciones favorables puede vivir y fructificar varios años. No obstante se prefiere la siembra anual por razones de carácter práctico.

4.1 Sistema de raíces

Es bien desarrollado y notablemente extendido. Algunas raíces alcanzan hasta 150 cm de longitud. La mayor parte de las raíces se desarrollan en la capa del suelo que se extiende desde 5 cm hasta 60-70 cm de profundidad.

Además de raíces verdaderas, la planta de tomate fácilmente forma raíces adventicias en cada parte del tallo que se encuentre en contacto con el suelo húmedo y suelto. A esta característica biológica se debe en la práctica, el aporque de las plantas y el trasplante de la plántula en posición inclinada cuando es grande.

4.2 Tallo

El tallo de las plantas jóvenes de tomate es cilíndrico, más tarde se hace angular. Está cubierto de finos vellos; unos mas largos, otros mas cortos. Los últimos segregan una sustancia viscosa de color verde oscuro y olor específico para el tomate.

El tallo del tomate ramifica bastante. La capacidad de ramificar de las diferentes variedades es distinta, unas ramifican más, otras menos.

En un tipo de variedades el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en racimo floral. El crecimiento vertical de las plantas es limitado y por eso este grupo de variedades se denomina de hábito determinado (Fig. 1).

En el otro grupo de variedades, el racimo floral ya terminado en el seno de la última hoja forma un hijo que prosigue el crecimiento del tallo principal. Por tanto, el crecimiento vertical no esta limitado por las características morfológicas de la planta. Según las condiciones ambientales y el modo de cultivo, el tallo puede alcanzar una altura de hasta 4 m. Este grupo de variedades se denominan de habito indeterminado (Fig. 1).

4.3 Hojas

Son alternas, varían mucho en cuanto a tamaño, las peculiaridades del margen y carácter de la superficie, según las características genéticas de las variedades y condiciones del cultivo.

4.4 Racimo floral

En las variedades determinadas, el primer racimo se forma después de 6-7 hojas, mientras que en las indeterminadas aparece después de 7-10 hojas. En las variedades indeterminadas con frecuencia los racimos se forman separados por tres hojas, y en las determinadas, a través de una o dos hojas o sin formar hojas entre racimos.

4.5 Flores

Están unidas al eje del racimo por medio de pedúnculos cortos. Se componen de seis sépalos y seis pétalos amarillos que en su base están unidos entre si y también unidos a los filamentos de los estambres. Generalmente los estambres son seis, tienen anteras alargadas y envuelven plenamente el estilo y el estigma. Esta disposición de las flores contribuye a su autopolinización. La polinización cruzada en el tomate es un fenómeno raro y sin importancia práctica.

4.6 Fruto

Es de tipo fresa, se compone de semillas; de los loculos donde están las semillas, de los tabiques del ovario y de la piel que recubre el fruto.

Los frutos del tomate se diferencian en forma tamaño, coloración y cualidades gustativas. Por su forma pueden ser deprimidos, pseudovalados, alargados, en forma de pera.

Por el tamaño, los frutos varían dentro de límites muy amplios; desde algunos gramos (variedades silvestres) hasta más de 500 gramos en algunos híbridos.

4.7 Semillas

Son deprimidas, ligeramente alargadas del lado del hilo. Están cubiertas de vellos. La capacidad de germinar se mantiene hasta 5-6 años si las condiciones de conservación son favorables.



5. VARIEDADES

Dependiendo del uso de la planta es posible de adquirir en los mercados, una gran variedad de tamaños y colores (rojo, rosado, amarillo, verde, etc.). En relación a su forma, es mayor la cantidad de superficies cultivadas con variedades de tipo indeterminado y menor la de tipo determinado (Fig. 1).

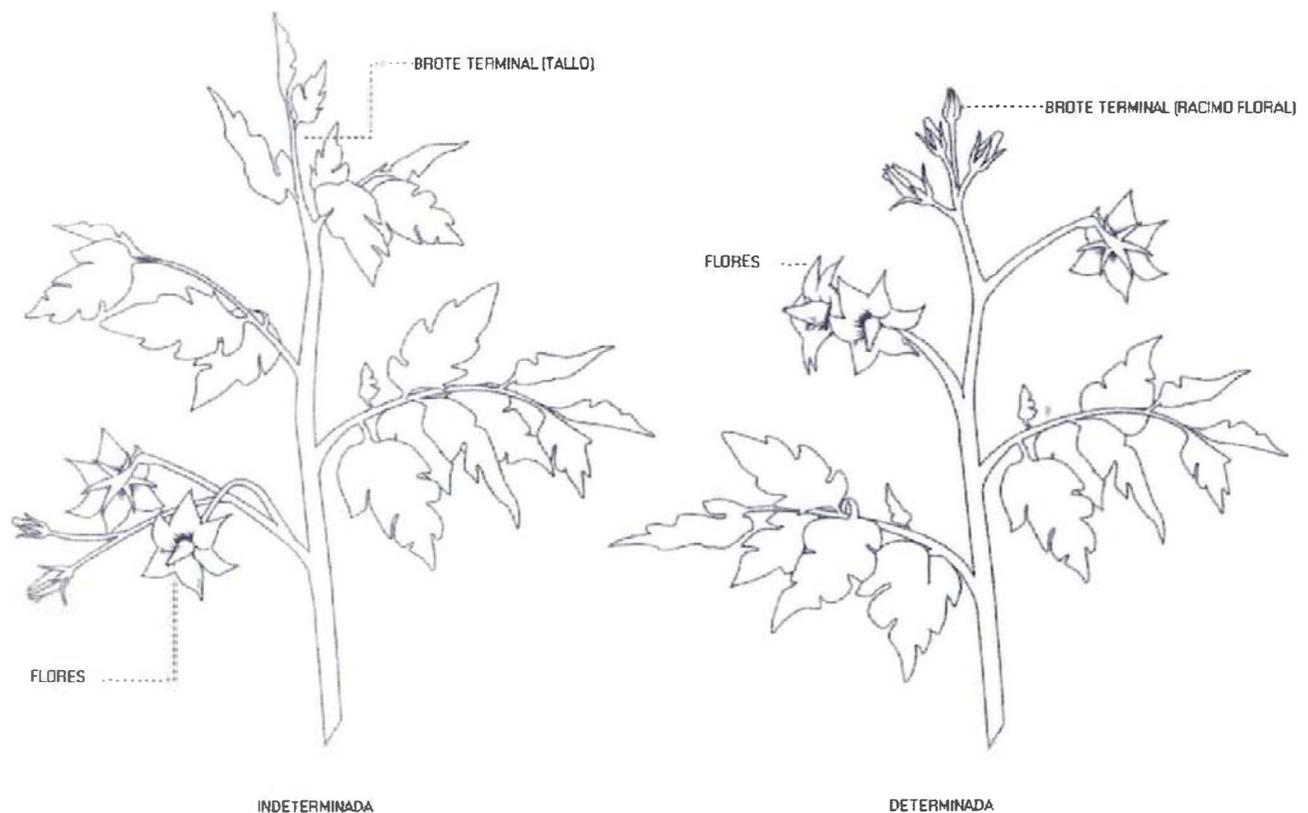


Fig. 1. Tipos de tomate según su hábito de crecimiento

Como variedades potenciales para las zonas áridas de Baja California, se pueden mencionar las que se presentan en la Tabla 3.

Además de estas variedades podemos incorporar Tomate cherry, Haslip, Florida y MH-1, entre otras.

Tabla 3. Principales variedades para las zonas áridas de Baja California.

Variedad	Días hasta la cosecha	Peso del fruto (g)	Forma del fruto	Hábito de la planta	Vigor de la planta	Resistencia a enfermedades
Celebrity	128	200	Esférica	1	Grande	V, F1 & 2, N, TMV, ASC, St
Condessa	128	200	Esférica	1	Grande	V, F1 & 2, N, TMV, ASC, St
Corona	130	200	Esférica	1	Grande	V, F1 & 2, N, TMV, ASC, St
Carmen	125	210	Esférica	1	Mediano	V, F1 & 2, N, TMV, ASC, St
Lemon Boy	128	140	Esférica	2	Grande	V, F1 & 2, N, ASC, St
Flora-Dade	129	140	Esférica	2	Grande	V, F1 & 2, ASC, St
Pink Girl	129	190	Esférica	2	Grande	V, F1, N, ASC, St
Tropic	132	220	Esférica	2	Grande	V, F1, N, ASC, St
Río Grande	128	113	Redonda	2	Grande	V, F1 & 2, ASC
Cal-Ace	132	200	Oval plana	1	Grande	V, F1, ASC

- 1) Determinada
- 2) Indeterminada
- V) Tolerancia a la marchites por *Verticilium* (*Verticilium albo-atrum* raza 1)
- F1) Tolerancia a la marchites por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum lycopersici* raza 1)
- F2) Tolerancia a la marchites por *Fusarium* Wilt (*Fusarium oxysporum lycopersici* raza 2)
- N) Tolerancia a nematodos (especies de *Meloidogyne*)
- TMV) Resistencia al virus del mosaico del tabaco.
- ASC) Tolerancia a *Alternaria* que causa pudrición del tallo. (*Alternaria alternata* *F. sp. lycopersici*)
- St) Tolerancia a *Stemphylium*. (*Stemphylium solani*)

6. CICLOS DEL CULTIVO DE TOMATE

El tomate tiene una gran demanda durante todo el año, por lo que se requiere abastecimiento continuo de este fruto. En la península de Baja California, y por las condiciones climáticas, es posible cultivarlo durante todo el año a campo (Tabla 4), utilizando los invernaderos solo para el cultivo de las plantas cuando son pequeñas (primeros 30 o 40 días).

Tabla 4. Ciclos de cultivo de tomate para la región de la península de Baja C

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cultivo temprano									
Cultivo normal									
Cultivo tardío									

**	Siembra	■	En el invernadero
♣	Trasplante	■	En el campo
✿	Floración	■	Cosecha

7. CRECIMIENTO Y CONTROL

Dependiendo de su fecha de siembra, el cultivo del tomate permanece de uno a dos meses en el plantero, y de cuatro a cinco meses hasta el inicio de la cosecha. El crecimiento cambia dependiendo del tipo de variedad, tipo de cultivo y condiciones climáticas (Tabla 5).

El tomate se desarrolla en un proceso continuo de crecimiento vegetativo y reproductivo (Foto 1), por lo que debe cuidarse el buen balance nutricional en ambos periodos.

Tabla 5. Crecimiento del tomate y su cuidado

Días después de la siembra	Crecimiento y diferenciación floral	Cuidado	Temperatura adecuada (°C)
0	Siembra-germinación	Invernadero	25-30
10	Desarrollo del cotiledón		25
15	Desarrollo de la segunda hoja (Ø tallo = 2 mm)	Transplante en maceta	
	Diferenciación del primer racimo floral (foto 1)		15
20	Incremento del núm. de flores en el primer racimo floral		25
30	Desarrollo de la tercera hoja		
	Diferenciación del segundo racimo		
40	Desarrollo de la cuarta hoja (Ø tallo = 4 mm)		
	Diferenciación del tercer racimo		
	Desarrollo de la quinta y sexta hoja	Trasplante en el campo	10-15
50	Maduración de la flores del primer racimo	Colocar soportes	
		Conducción	20-25
60	Desarrollo de la séptima hoja		
	Diferenciación del cuarto racimo (Ø tallo = 5-6 mm)		
	Floración del primer racimo frutal	Tratamiento con hormonas del primer racimo	
	Crecimiento los frutos del primer racimo		
70	Inicia la coloración de los frutos	Eliminación de yemas axilares y pétalos	
		Inicio de la cosecha del primer racimo	
130	Coloración del primer racimo		

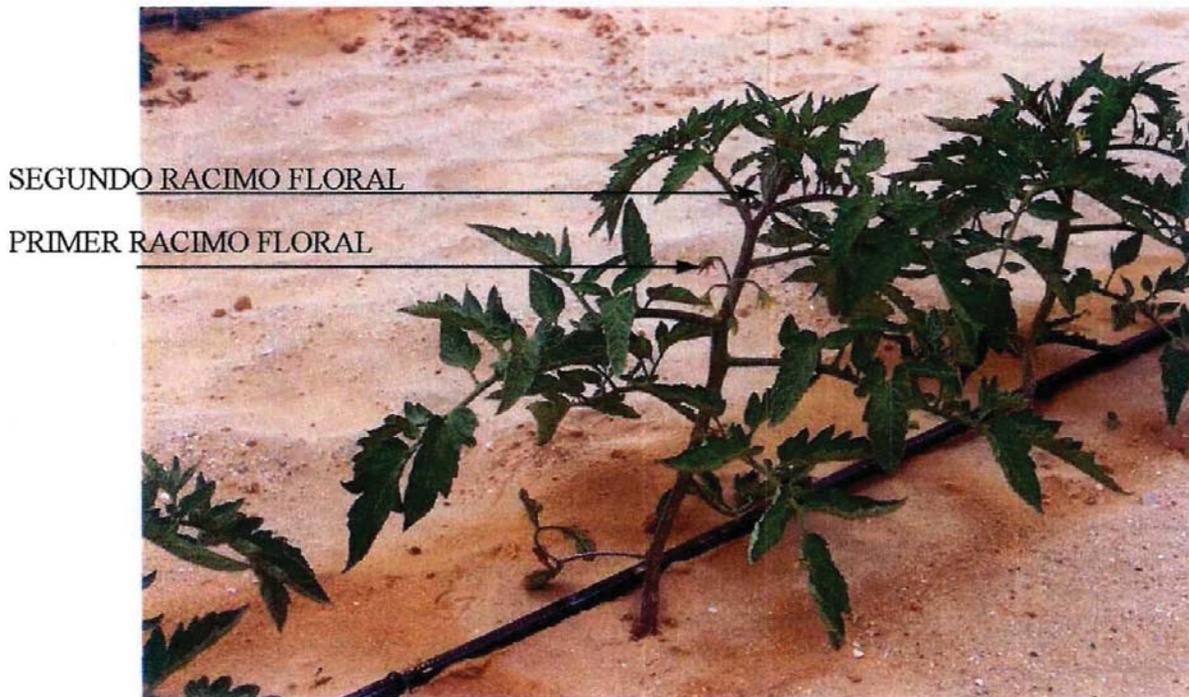


Foto 1. Presencia del primer y segundo racimo floral

8. SIEMBRA

La siembra se realiza en almácigo o en charola (Foto 2), cubriendo apenas con el sustrato de siembra las semillas. Antes de la siembra, es conveniente dejar remojar en agua las semillas para obtener una germinación uniforme, o se acelera la germinación colocándolas en condiciones de total oscuridad con temperatura alta (20 a 30° C). Así, se logra el crecimiento homogéneo de los almácigos (Tablas 6 y 7). De cinco a ocho días después de la germinación, se efectúa el aclareo (Foto 3) de las partes de mucha densidad de plantación, procurando una buena ventilación para no permitir el crecimiento alargado. En los planteros efectuados en charolas se debe dejar una plántula por cavidad.

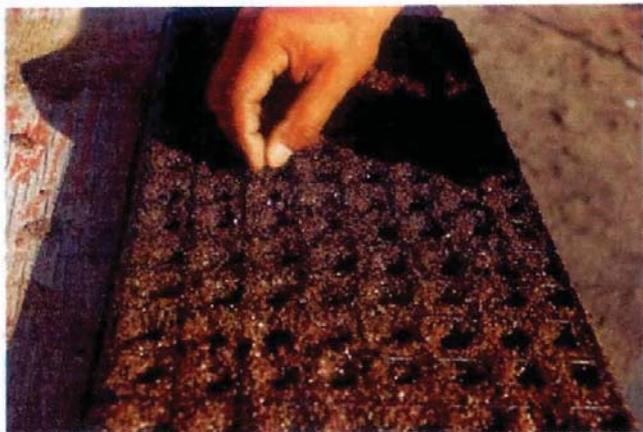


Foto 2. Siembra en charola



Foto 3. Aclareo para dejar una plántula por cavidad

Tabla 6. Influencia de la temperatura en el porcentaje de germinación de semillas de tomate en la oscuridad

Días desde la siembra	Temperatura (°C)						
	10	15	20	25	30	35	40
6	0	0	84.4	91.2	90.0	0.2	0.6
12	0	3.0	91.8	92.8	94.6	1.2	0.6
20	6.0	53.8	92.4	93.2	95.5	1.4	0.6
40	74.4	75.8	----	----	----	---	---
Promedio de días	33.7	21.4	4.7	3.6	4.6	12.8	4.7

Tabla 7. Influencia de la luz y la temperatura para la germinación de semillas de tomate.

Temperatura (°C)	20		25		30	
	Luz	Osc.*	Luz	Osc.	Luz	Osc.
% Germinación	57.5	87.0	78.5	82.5	51.5	79.5
Promedio de días para la germinación	7.9	4.0	3.9	3.6	6.4	3.5

* Oscuridad

9. MANEJO DEL PLANTERO

9.1 Recipientes para producción de plántulas

El manejo de las plántulas de tomate en su fase inicial de desarrollo tiene gran influencia no solo sobre el crecimiento en esta fase, sino también en el crecimiento después del transplante y en la producción.

En el noroeste de México las charolas de germinación o de iniciación de plántulas es utilizada comúnmente por la mayoría de los productores de hortalizas. Este tipo de charolas tienen una ventaja económica sobre las macetas porque se requiere menos espacio en los invernaderos, menos sustrato, y su manejo es más fácil. Sin embargo, como las charolas tienen cavidades pequeñas, el volumen de sustrato y nutrientes es menor en comparación con las macetas, lo cual limita el crecimiento de la plántula en este tipo de recipiente.

En la Tabla 8 se presentan los resultados de un experimento efectuado para comparar las diferencias de crecimiento en plántulas de tomate cuando fue sembrado en charolas y macetas (Larrinaga et al, 1994).

Tabla 8. Comparación del crecimiento en plántulas de tomate desarrolladas en charolas y macetas de iniciación.

DIAS DESPUÉS DE SIEMBRA	TIPO DE SIEMBRA	No. HOJAS	ALTURA DE PLANTA	LONG. MAX. DE HOJA	DIÁMETRO DE TALLO	PESO SECO		T/R
						TALLOS	RAIZ	
14	Botes 9 cm	4.3	9.6	10.2	---	---	---	---
	Charolas	3.3	6.6	5.5	---	---	---	---
	Prueba de "t"	*	**	---	---	---	---	---
28	Botes 9 cm	7.9	16.7	14.7	6.8	---	---	---
	Charolas	5.4	13.5	9.8	3.9	0.4	0.2	2.0
	Prueba de "t"	**	*	**	**	**	**	**

*,** prueba de "t" a niveles de 0.05 y 0.01 de significancia, respectivamente.

Los resultados indican que el crecimiento de las plántulas fue significativamente menor cuando fueron sembradas en charolas. No obstante, de los resultados obtenidos en esta evaluación, el empleo de charolas es mucho mas practico y permite el ahorro de sustrato.

9.2 Transplante en el invernadero

Se sugiere esta practica de pre-trasplante para obtener plantas mas sanas y vigorosas. El momento más oportuno para el trasplante del almacigo o charola a las macetas, es cuando el cultivo está en la etapa de desarrollo de cotiledones o de la primera hoja verdadera, o sea, unos 13 o 15 días después de la siembra.

Las plantas tienen que estar bien regadas antes del trasplante y una vez que el cepellón tenga la humedad adecuada, esta se realiza. La falta o exceso de humedad en la tierra o sustrato provoca que el crecimiento de la planta sea deficiente. Se recomienda instalar una media sombra (malla) para evitar la luz directa del sol y preparar la cantidad suficiente de plantas contadas con un 5% de mas como reserva.



Foto 4. Plántulas en condiciones de transplante

9.3 Injerto

Aunque todavía no se ha introducido la técnica del injerto para este cultivo, se sugiere aplicarla con el fin de prevenir las enfermedades y plagas tales como marchites bacteriana, fusariosis, tizón tardío, virus del mosaico del tabaco y nematodo nodulador de la raíz.

9.4 Cuidados después de la germinación

9.4.1 Temperatura

Este factor es importante para un buen desarrollo de las plantas, por lo que su control en las etapas de crecimiento es básico. Cuando la temperatura es muy baja las plantas retrasan su desarrollo, siendo necesario aumentarla. Cuando es alta, las plantas se ventilarán de tal forma que las condiciones de temperatura se ajusten como esta indicado en la tabla 5, evitándose un retraso en el crecimiento. Se deberá mantener una relación entre la parte aérea de la planta (tallos y hojas) y la raíz que va de 0 a 1, es decir, que para obtener plantas sanas nunca podrán ser mayores los tallos y las hojas que la raíz.

9.4.2 Riego

Es indispensable cuidar que nunca falte humedad a las plántulas hasta la quinta hoja, que es la edad de transplante del tomate. El exceso de riego producirá plantas con tallos alargados, débiles y propensas a enfermedades. Riego ligeros y frecuentes dan mejores resultados.

9.4.3 Fertilización

Para la fertilización, durante el crecimiento de las plántulas se recomienda utilizar fertilizantes líquidos. Una alta concentración de fertilizante nitrogenado puede provocar alargamiento de los tallos por absorción excesiva de este nutriente. Cuando se desea fertilizar a través del riego continuo, la concentración de nitrógeno debe estar en el rango de 100-150 ppm. Si la aplicación no es continua, se puede incrementar a 300 ppm cada tercer día. El fertilizante que puede ser utilizado para este propósito es Triple-15. Por ejemplo, para preparar 100 litros de solución nutritiva conteniendo 300 ppm de N, P₂O₅ y K₂O se requieren 200 g de fertilizante Triple-15 (Tabla 9).

Tabla 9. Cantidad de fertilizante Triple-15 para preparar diferentes volúmenes de solución nutritiva con concentraciones de 300 ppm de nitrógeno, fósforo y potasio.

Triple-15 (gramos)	Solución Nutritiva (litros)	Concentración (ppm)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
100	50	300	300	300
200	100	300	300	300
400	200	300	300	300
1000	500	300	300	300

10. PREPARACIÓN DEL CAMPO PARA EL TRANSPLANTE

10.1 Selección del suelo

Tomando como elemento indispensable el equipo de riego, hay que seleccionar un campo con buena permeabilidad y facilidad de drenaje, de preferencia con baja concentración de sales y de baja alcalinidad.

Si el campo se encuentra expuesto a fuertes vientos, se requiere instalar una cortina de árboles rompevientos o malla sintética para proteger a los cultivos de los vientos fuertes (Foto 5).



Foto 5. Instalación de malla rompevientos

Cuando el suelo contiene poca arcilla, la capacidad de retención de agua es baja, por lo que se recomienda la aplicación de materia orgánica mediante composta o estiércol para incrementar dicha capacidad.



Foto 6. Preparación del suelo

Los suelos contaminados con enfermedades y/o plagas, necesitan tratamientos de fumigación. En las zonas áridas donde el sol es intenso, se puede aplicar también el método de desinfección por calor solar: cuando el suelo es expuesto al sol después de una labranza (Foto 6), la radiación ultravioleta mata los gérmenes.

Para un suelo contaminado de nematodos, es efectiva la aplicación de Namacur o Nemagon de 30 a 50 kg/ha.

10.2 Regulación el pH del suelo

En general el valor del pH del suelo de las zonas áridas es muy alto. Para poder acercarlo a un rango mas adecuado (6.0 a 6.5), es conveniente corregirlo mediante la aplicación de azufre.

Si se desea sacar mayor provecho de esta corrección para el cultivo, es ideal la aplicación paralela de materia orgánica (estiércol).

10.3 Fertilización

Para los suelos de las zonas áridas donde la pérdida de nutrientes esenciales para las plantas es considerablemente grande, se recomienda la aplicación fraccionada de los fertilizantes líquidos y no el abonado de fondo con fertilizantes sólidos. Se sugiere realizar las aplicaciones a través del sistema de riego, utilizando productos lo más solubles posibles. Las cantidades deberán ser fraccionadas durante el ciclo vegetativo, aplicando dosis bajas para mantener el nivel adecuado de nutrientes en el suelo y usando de preferencia nitrógeno en forma de nitratos para que pueda ser fácilmente absorbido por las plantas (López et al, 2003). Las fuentes de fertilizantes que por su alta solubilidad y tendencia acidificante sobre el medio pueden ser utilizadas en climas con suelos alcalinos son: nitrato de amonio, nitrato de potasio, sulfato de amonio, superfosfatos, ácido fosfórico y sulfatos potásicos, entre otros.

Uno de los factores que limita la producción de tomate es la escasa información respecto a la fertilización adecuada y es indispensable la definición de las necesidades de nutrientes según las características de las variedades y condiciones de los suelos.

De acuerdo a resultados obtenidos en investigaciones por el CIBNOR se ha encontrado que el contenido de nutrientes en los tejidos de la parte aérea de plantas de tomate a diferente edad son las que se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Contenido de macronutrientes de la parte aérea de plantas de tomate a diferente edad.

Etapa	Nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Plántula	2.0-3.0	0.5-0.8	2.0-3.2	1.5-2.0	1.2-1.6
Floración	3.5-4.5	0.5-0.8	2.5-3.5	2.5-3.5	1.5-1.8
Desarrollo del fruto	3.0-4.0	0.8-1.0	3.5-4.5	4.0-5.0	1.6-1.8

10.4 Surcado

Los surcos tienen el efecto de fomentar el crecimiento de las plantas en los lugares donde el nivel de agua subterránea es alto y el drenaje deficiente. Sin embargo, en las zonas áridas o desérticas, en general es más conveniente dejar el suelo plano, o más

bien ocupar las partes bajas de los surcos para frenar la evaporación desde la superficie del suelo y proteger a las plantas de los fuertes vientos, evitando cambios bruscos en la temperatura del suelo. Especialmente en verano, cuando la temperatura del aire es alta, se recomiendan surcos bajos.

10.5 Sistema de riego

Es conveniente que el sistema de riego sea tipo goteo, porque es el mas adecuado para este tipo de suelo debido a su gran eficiencia y buena distribución del agua. Existen diferentes tipos de cintas de riego mangueras que dan excelentes resultados como T-Tape, Ro-drip y Chapin, entre otras.

10.6 Acolchado

Para los suelos desértico donde la evaporación desde la superficie del mismo es alta, se sugiere el acolchado para cualquier tipo de cultivo. Se aconseja utilizar plástico negro (Foto 7) o transparente, sobre todo en los cultivos de maduración tardía y normal, ya que al acelerar el crecimiento y la madurez de los frutos se acorta el periodo de cultivo obteniendo cosechas tempranas.



Foto 7. Acolchado con plástico negro

11. LABORES DESPUÉS DEL TRANSPLANTE AL CAMPO

11.1 Transplante

El transplante (Foto 8) es un sistema de establecimiento de cultivos que resulta en ahorro de agua y producción de cosechas uniformes. Normalmente, las plantas se llevan al campo cuando alcanzan 35 días (los injertos) y 30 días (los no injertos) después de la siembra y cuando tienen 7 - 8 hojas.

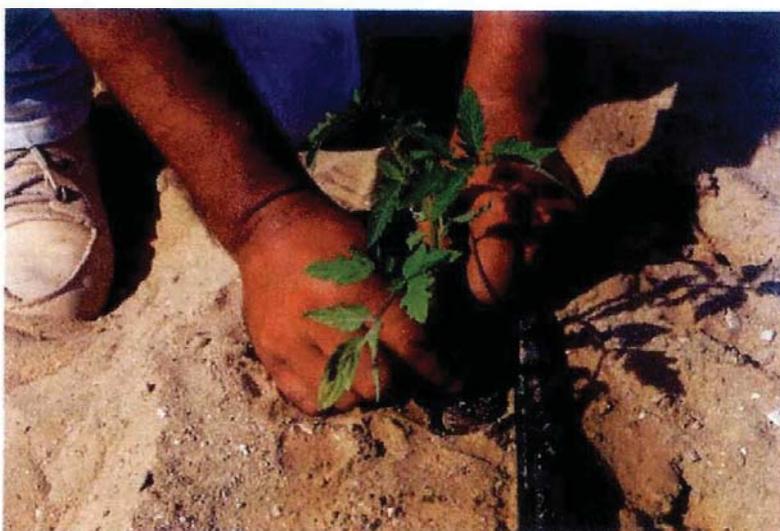


Foto 8. Transplante con cepellón al ras del suelo

La densidad de plantación por hectarea, en el caso de una línea, son 135 surcos y con una distancia de 35 a 40 cm entre plantas, obteniendo una densidad de 18,518 a 21,164 plantas/ha (Foto 9).

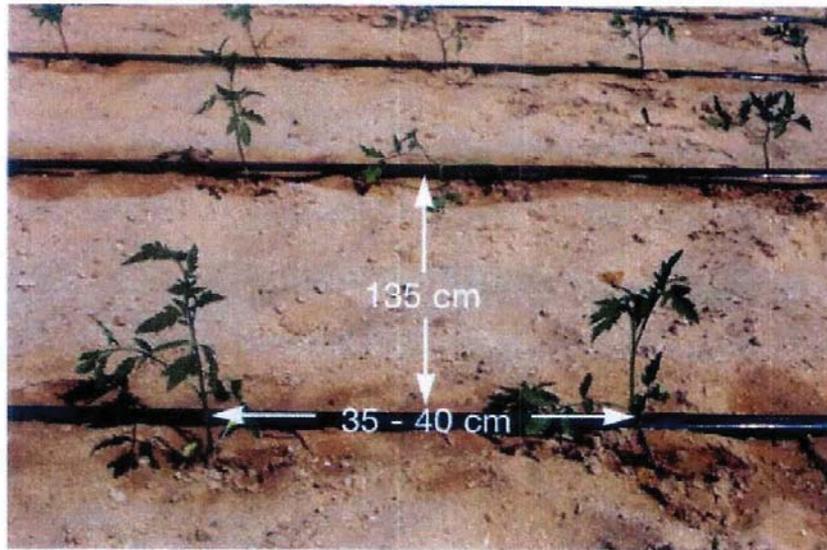


Foto 9. Distancia en el transplante

En el caso de dos líneas, el ancho entre surco es de 180 cm y la distancia entre plantas es de 45 a 50 cm, para tener finalmente en el campo de 22,222 a 24,591 plantas/ha.

Debe tenerse cuidado de no perder el momento oportuno del transplante, ya que las plántulas viejas tienen un crecimiento deficiente en los frutos del primer y segundo racimo floral, así como un pobre desarrollo de la raíz, lo que debilita el vigor de la planta.

Para el transplante de las plantas hay que seleccionar un día sin vientos fuertes, colocándolas de tal manera que la parte superior del cepellón quede al nivel del suelo y sin presionar demasiado fuerte el contorno. Una vez transplantadas, se riegan abundantemente para que el agua llegue al pie de ellas, reforzándolas con soporte que las protegerán de los fuertes vientos.

Para cultivos en la época de temperatura baja (otoño-invierno), hay que procurar mantener la temperatura promedio del suelo superior a los 13-14 °C.

11.2 Riego

El tomate es apropiado para un suelo de bajo nivel de agua subterránea, de buena capacidad de retención y de fácil drenaje.

Una buena practica de riego para este cultivo es regar apenas lo necesario desde el enraizado hasta el inicio del crecimiento del primer racimo floral. Después debe incrementarse paulatinamente la cantidad de agua y cuando inicie la coloración de los frutos hay que disminuirla del mismo modo.

La falta de humedad da como resultado frutos pequeños, y por lo contrario, el exceso del volumen de agua en un solo riego puede provocar frutos agrietados, pardeamiento vascular, tizón tardío, etc. Como referencia, la cantidad adecuada de riego por superficie efectiva de plantación es de 4 a 5 mm por día (Fotos 10 y 11).



Foto 10. Sistema de riego por goteo con franja de humedad adecuada



Foto 11. Riego ligero después del enraizado hasta el inicio del desarrollo del primer racimo floral

Cuando la humedad es insuficiente, los frutos de los tomates sufren intensamente de “pudrición basal” debido a que las hojas absorben el agua de los mismos frutos (Foto 12). Este fenómeno también es atribuido a una deficiencia de calcio.

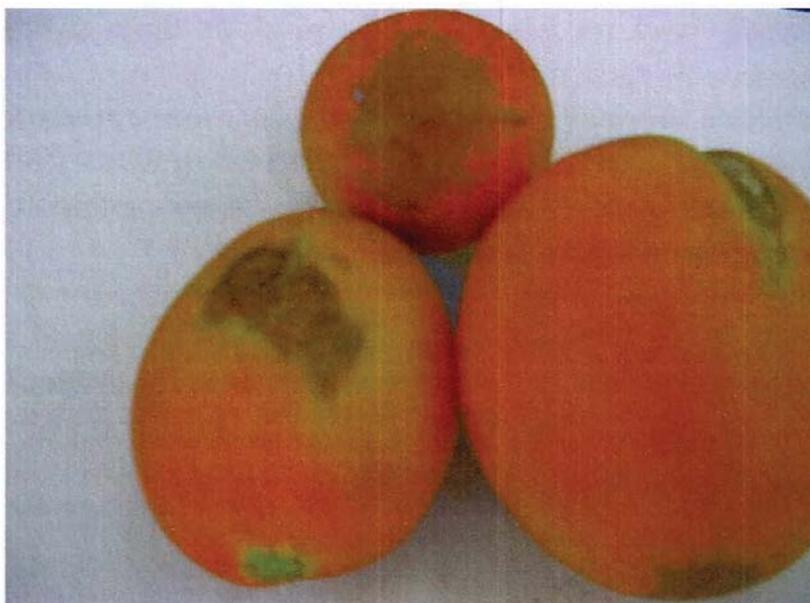


Foto 12. Frutos con pudrición basal y frutos rajados.

La variación de la humedad del suelo, por otra parte, es causa del rajado de los frutos (Foto12). Por esto, después de formarse los frutos y sobretodo después de empezar a madurar, las plantas deben ser regadas regularmente.

11.3 Tutorado

En el caso del trasplante en variedades de tipo indeterminado, tan pronto como se realice y según valla creciendo la planta, se colocan los soportes para fijar y dar conducción perpendicular o inclinada al desarrollo del cultivo (Fotos 13 y 14).

Si se trata de plantas con líneas o tallos, inmediatamente después del trasplante, se realiza la conducción poniendo los soportes provisionales. Posteriormente, se colocan postes en ambos lados del surco y fijando las plantas con alambre se hace la conducción hacia los lados, la cual se extenderá conforme el tallo se desarrolle.



Foto 13. Trabajo de conducción mediante tutores

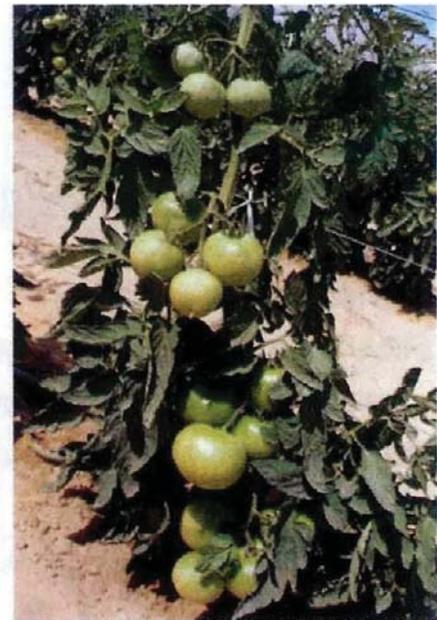


Foto 14. Tutorado y crecimiento de fruto

Para las variedades de tipo determinado, basta con unos soportes sencillos para fijar la planta. Es recomendable efectuar un cierto grado de conducción de las ramas laterales en lugar de dejarlas libremente.

11.4 Polinización

El criterio básico para producir tomates de buena calidad es la polinización natural (Fotos 15 y 16). En caso de que no se tenga suficiente polen y se observa la caída de las flores, será necesario aplicar hormonas para contrarrestar este efecto. En este tipo de tratamiento se debe respetar el principio de un solo tratamiento por racimo floral.

Cuando en un racimo se abren 2 o 3 flores, se aplica rociando una solución de hormona sintética diluida en agua sobre la floración, sin que se moje el punto de crecimiento. Si este llegara a mojarse se manifestara un síntoma similar al del virus del mosaico. Este proceso de atomizado se aplica cuando la temperatura del aire es alta; en caso de que sea baja, la solución empleada debe ser espesa y no rociarse dos veces. El tratamiento con hormonas de alta concentración puede provocar frutos huecos.



Foto 15. Floración



Foto 16. Fructificación por polinización natural

11.5 Poda de brotes axilares

En el caso de variedades de tipo indeterminado, hay que eliminar las yemas axilares cuando todavía son pequeñas (Foto 17); si se dejan crecer, los nutrientes asimilados son aprovechados para el crecimiento de la planta causando el desarrollo deficiente de los frutos.

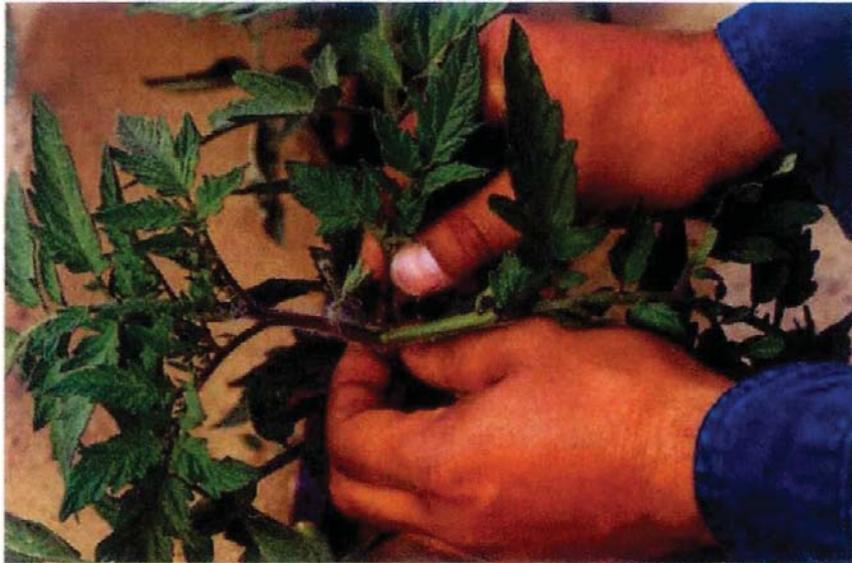


Foto 17. Poda axilar en tomate de tipo indeterminado

El despunte se realiza dejando unas 2 o 3 hojas arriba del racimo floral. Aquellas hojas de rejuvenecimiento, fenómeno que se observa a veces en los racimos, deben ser eliminadas cuanto antes porque influyen negativamente en el crecimiento de los frutos.

En las variedades de tipo determinado, se dejan hasta la fructificación solo las yemas axilares que están inmediatamente debajo de los racimos frutales, y las que se encuentran debajo de los racimos-ramas laterales, repitiéndose el proceso.

11.6 Raleo de frutos y defoliación

El raleo se hace para lograr frutos uniformes y de buena calidad. Como referencia de raleo se recomienda unos 4 o 5 frutos por racimo floral, procurando sobre todo eliminar lo antes posible los frutos deformes y los que presentan síntomas de desorden fisiológico.

La defoliación de hojas basales se debe realizar anticipadamente para mejorar la ventilación y el asoleado de las plantas, evitando enfermedades y plagas. En el caso de las variedades de tipo indeterminado, para el tiempo de la cosecha del primer racimo hay que tener como principio la defoliación de todas las hojas de posición inferior a este, dejando solamente las dos hojas que están inmediatamente debajo de él.

Para las variedades de tipo determinado, se recomienda defoliar la mayor cantidad posible de hojas que estén encimadas con las hojas basales.

12. CULTIVO EN INVERNADERO

12.1 Importancia

El cultivo de tomate en invernadero es una metodología de producción que se encuentra actualmente en plena expansión en México. Sin embargo, esta metodología de producción únicamente es empleada por empresas que poseen suficiente capital como para poder sostener los elevados costos de producción que este sistema requiere.

Algunas empresas utilizan los invernaderos únicamente para proteger al cultivo contra algún efecto desfavorable del clima, principalmente temperatura, para acelerar o retrasar la cosecha sin desarrollar el cultivo en hidroponía y consecuentemente no existe el manejo preciso de una solución nutritiva que eleve sustancialmente los rendimientos. Es preferible para estos productores utilizar híbridos de altos rendimientos y un sistema intensivo de aportación de nutrientes al suelo lo que provoca, en la mayoría de los casos, la contaminación del medio ambiente.

El desarrollo de plantas sin suelo no es una técnica nueva a nivel mundial, pero en México aun no es utilizada de manera común, sobre todo en explotaciones comerciales.

Está reconocido que la hidroponía es la forma más económica de aportar agua y nutrientes a la planta, con la posibilidad de maximizar los resultados. La costosa operación de adquirir tierra con el suelo correcto, la preparación del suelo y control de insectos y enfermedades son con mucho minimizadas.

Los sistemas hidropónicos se han desarrollado rápidamente, empleando diversas técnicas, adecuada para una economía aplicada comercial. Combinando con los avances en equipo de control eléctrico, tecnología de plásticos y servicios analíticos, los productores, tienen ahora la oportunidad para controlar el medio ambiente para el desarrollo de sus cultivos de una manera mas precisa que nunca antes.

12.2 Principales ventajas y desventajas

Ventajas

- La solución nutritiva, contrario al suelo, es homogénea y fácil de muestrear, analizar y ajustarla para mantener los niveles óptimos de nutrientes.
- Los rendimientos son tan buenos como cuando los cultivos son desarrollados en los mejores suelos.
- No se presentan malezas.
- No es necesario la rotación de cultivos.
- Las pérdidas de agua son reducidas.
- Control completo en la aportación de nutrientes.
- Menos estrés por falta de agua durante estaciones calientes.

Desventajas

- Elevado costo en el establecimiento.
- Las plantas necesitan ser revisadas mas cuidadosamente para cambios en sus hábitat de crecimiento.
- Es necesario la aplicación regular de nutrientes.
- Si la solución nutritiva es recirculada existen más posibilidades de la diseminación de enfermedades del suelo y que se hallan introducido mediante una contaminación.
- Una formula incorrecta en la solución nutritiva puede causar desordenes nutricionales.
- El medio de cultivo debe ser desechado regularmente.
- Se requiere cierto nivel de conocimientos técnicos.

12.3 Nutrientes

Los elementos esenciales reconocidos mundialmente para un adecuado crecimiento y desarrollo son dieciséis: Oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, carbono, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, manganeso, fierro, cobre, zinc, boro, cloro y molibdeno. Algunos de estos elementos son requeridos en solamente pequeñas cantidades, pero si alguno de estos falta puede constituirse en un factor limitante en el crecimiento y desarrollo de las plantas. La deficiencia de cualquier elemento puede causar que la planta presente ciertos síntomas o características que trastorna el desarrollo (Tabla 11).

Tabla 11. Deficiencia de nutrientes y síntomas de toxicidad para plantas de tomate.

NUTRIENTE	SINTOMAS DE DEFICIENCIA	SÍNTOMAS DE TOXICIDAD
Nitrógeno	Hojas de color verde pálido; tallo delgado; hojas pequeñas y las inferiores de color amarillento	Excesivo desarrollo de tallos y hojas; hojas verdes muy oscuras.
Fósforo	El follaje es de un color verde oscuro con las hojas inferiores de color púrpura; plantas achaparradas; tallos duros; pobre desarrollo de raíces; la deficiencia primero se presenta en las hojas maduras; las hojas se caen prematuramente; el amarre de frutos se retrasa.	No se han reportado.
Potasio	Síntomas similares al quemado de las hojas; las hojas se enrollan y frecuentemente se caen; el crecimiento es restringido; frutos manchados con maduración no uniforme; tallos blandos.	Un exceso de potasio puede impedir la disponibilidad de otros nutrientes.
Magnesio	Amarillamiento entre las nervaduras mientras que las nervaduras permanecen verdes; enrizamiento de los márgenes de las hojas; la producción de frutos se reduce si la deficiencia es severa.	Hojas grandes de color claro.
Hierro	Las hojas jóvenes presentan clorosis (amarillas); los síntomas inician en las hojas jóvenes y continúan hacia las hojas viejas; crecimiento raquítico; caída de botones florales.	No se han reportado.
Manganeso	Moteado amarillento de las hojas; clorosis menos severa que en la deficiencia de hierro; las hojas tienen apariencia de red; se forman muy pocas flores	Crecimiento retardado y alargado.
Azufre	Amarillamiento de las hojas; nervaduras más claras en comparación con el área circundante; las hojas superiores se enrizan hacia abajo	Menor crecimiento y hojas de tamaño reducido.
Calcio	Hojas jóvenes torcidas, con tejidos muertos en el ápice y en los márgenes; los puntos de crecimiento mueren; en los frutos se presenta la pudrición basal; tallos gruesos y leñosos; las raíces tienen un color café y un pobre desarrollo.	No se han reportado.
Boro	Hojas jóvenes de color verde claro; los pecíolos mueren; las hojas superiores quedan pequeñas y torcidas hacia el interior; el tallo se agrieta y desarrolla áreas corchosas; los frutos pueden ponerse negros y morir.	Necrosis progresiva de las hojas empezando en el ápice y moviéndose hacia el centro de la hoja.
Zinc	Hojas pequeñas; los márgenes de las hojas se distorsionan; los pecíolos presentan internudos cortos.	Produce clorosis de hierro; plantas de pobre crecimiento y alargadas.
Cobre	Las hojas jóvenes se marchitan sin manchas o clorosis marcada; las hojas presentan un color verde-azulado; el pecíolo se encorva; se forman muy pocas flores	Crecimiento reducido; raíces gruesas y de color negro.
Molibdeno	Hojas torcidas hacia arriba; moteado entre las nervaduras que se desarrolla primero en las hojas viejas; hojas secas o quemadas	Las hojas se ponen amarillas
Cloro	No se han reportado	Hojas quemadas; márgenes necróticos y raídos.
Sodio	No se han reportado	Impide la absorción de potasio.

12.4 Soluciones nutritivas

Debido a que en hidroponía el medio de cultivo por si solo no contribuye al crecimiento y rendimiento de las plantas, todos los nutrientes deben ser adicionados al agua. Aunque el agua puede contener algunos nutrientes disueltos útiles a la planta la mayoría tienen que ser adicionados en una forma soluble.

Las plantas de tomate necesitan un adecuado balanceado suplemento de nutrientes para desarrollar frutos de buena calidad y obtener altos rendimientos.

El balance de los niveles de nutrientes, y en particular el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Tiene una considerable influencia en el crecimiento y calidad del fruto. Un balance apropiado entre nitrógeno y potasio es un factor importante para conseguir buenas características de desarrollo. Una combinación de bajos niveles de nitrógeno y potasio produce frutos blancos, mientras que una combinación de elevados niveles de nitrógeno y potasio producen un fruto firme.

La mayoría de las plantas de tomate son tolerantes a un amplio rango de elementos nutritivos y algunas variedades son mas que otras. En la Tabla 12 se muestran los niveles de concentración típicas y en la Tabla 13 las funciones principales que desempeñan en las plantas (Ross, 1998).

Tabla 12. Niveles promedios de nutrientes en tejidos de la planta de tomate.

NUTRIENTE	NIVEL PROMEDIO
NO ₃ N	13000 ppm
PO ₄ P	7000 ppm
K	7.0%
Ca	2.5%
Mg	0.7%
Mn	37 ppm
B	40 ppm
Mo	2 ppm
Zn	70 ppm
Cu	6 ppm

Tabla 13. Función de los nutrientes en el desarrollo vegetal.

COMPONENTE VEGETAL	ELEMENTO
Clorofila	Nitrógeno, Magnesio
Paredes celulares	Calcio
Proteína	Nitrógeno, Azufre, Fósforo

REGULADOR METABOLICO	ELEMENTO
Fotosíntesis	Fósforo, Manganeso, Magnesio, Cobre
Desarrollo de la raíz	Fósforo, Calcio
Carbohidratos en el fruto	Potasio
Síntesis de clorofila	Potasio, Fierro, Manganeso, Zinc
Síntesis de proteínas	Potasio, Manganeso, Magnesio

En la Figura 2 y Tabla 14 se indican los grandes cambios en la absorción de nutrientes que ocurre durante el desarrollo del tomate (Ross, 1998). La demanda pico de nutrientes ocurre a partir de la etapa de formación del fruto y hasta el final del ciclo de cultivo. Los rendimientos serán notablemente reducidos si existe un inadecuado suplemento de nutrientes durante el periodo de desarrollo del fruto. La cantidad de aportación de algunos elementos, particularmente nitrógeno, potasio, fósforo y calcio debe ser aumentada.

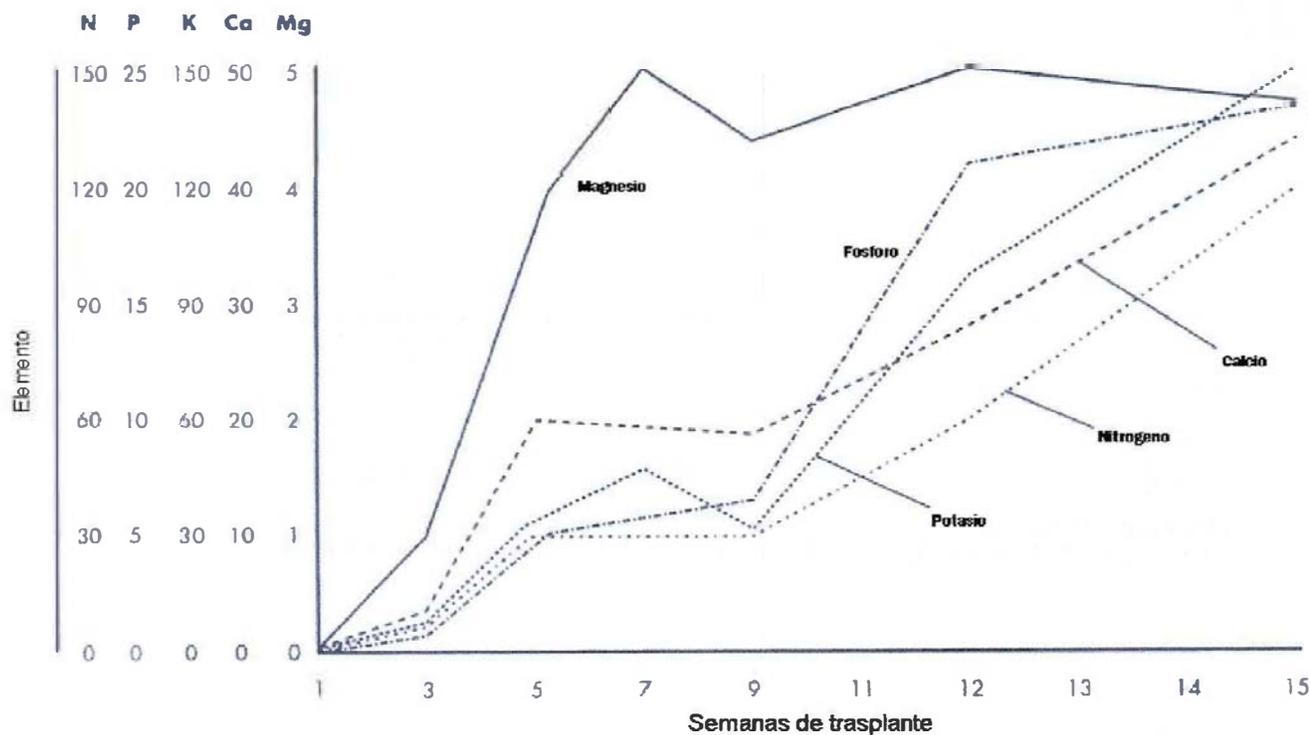


Fig. 2. Tasa de absorción de nutrientes (kg/ha/semana)

Tabla 14. Tasa de absorción de nutrientes (kg/ha/semana) para tomate var. Flora Dade. Rendimiento 15.8 kg de frutos/planta.

Semanas después del trasplante	N	P	K	Ca	Mg
1	0.9	0.1	0.5	0.6	0.1
3	5.2	0.9	5.3	3.4	1.0
5	35.4	5.7	34.2	21.7	4.1
7	34.9	6.2	54.9	20.8	5.0
9	31.5	6.5	35.4	19.6	4.6
12	64.5	23.1	113.2	30.6	5.2
15	135.0	24.6	159.7	48.8	4.8

13. CULTIVO DE TOMATE ORGANICO

13.1. Importancia

La agricultura intensiva ha incrementado los rendimientos en el cultivo de tomate, pero también los problemas sobre el medio ambiente han aumentado. Un cultivo sostenible de tomate idealmente debería producir buenas cosechas con un mínimo de impactos negativos sobre factores ecológicos como son la fertilidad del suelo y la contaminación de los mantos acuíferos (Kassas, 1995; Nicto-Garibay et al, 2002).

El cultivo orgánico de tomate es un sistema alternativo a la agricultura convencional. Mediante el sistema orgánico se le da un valor agregado ambiental al tomate. En este caso se obtiene un producto diferenciado por sus atributos “orgánicos” o “naturales” en el sentido de atender condiciones ambientales.

Para que el sistema orgánico resulte exitoso comercialmente es indispensable contar con información técnica adecuada para obtener buenos rendimientos, como en el estricto y continuo control para evitar desequilibrios del sistema (enfermedades, plagas, malezas), y como la capacidad de comercializar adecuadamente los productos para lograr un precio elevado (FAO, 1991).

13.2. Sistema de producción

El sistema de producción orgánico de tomate coloca en primer plano la inversión en la calidad ambiental, métodos y técnicas de producción que buscan los menores impactos negativos en el entorno, el uso más eficiente de los insumos, y la más alta calidad de los productos por medio de condiciones rigurosas en el uso de agroquímicos y específicos farmacéuticos. Los costos y las inversiones para la obtención de tomate orgánico están en diversas acciones, algunas muy sencillas y otras más complejas.

Mantener un campo en condiciones naturales debe ser una inversión para lograr esas metas, y no debe ser visto como un paso atrás. Los rendimientos de la producción orgánica de tomate suele suponerse inferiores a la producción convencional. Ello puede no ser así cuando se parte de una situación “biológicamente favorable” (en cuanto a fertilidad potencial, malezas, plagas y enfermedades presentes) mantenidas mediante el sistema sustentable que la agricultura orgánica

propone. Si se parte de una idéntica situación favorable inicial, puede aceptarse que en el sistema tradicional se obtienen rendimientos superiores en los primeros años, produciéndose una declinación que es necesario compensar con el incremento en el uso de insumos. El sistema sustentable orgánico, en cambio, permite lograr rendimientos no tan espectaculares aunque constantes a lo largo del tiempo.

En la producción de tomate orgánico, generalmente se utiliza el método de trasplante. El plantero se realiza en charolas de iniciación llenadas con composta completamente madura. En caso de utilizar otro material como sustrato es indispensable su desinfección para eliminar plagas, enfermedades y malezas e impedir que se propaguen al campo. Los métodos de desinfección deben ser sencillas y económicos como solarización y saturación con agua caliente.

Cuando se utiliza composta como sustrato no es necesario la fertilización del plantero. Actualmente existen en el mercado diversos productos, biológicos portadores de nutrientes que pueden ser utilizados en la fertilización del plantero. La preparación del terreno se realiza de manera similar al sistema convencional, es decir, se requiere de barbecho, rastreo y surcado en su caso. Dos semanas antes del trasplante se agregan materia orgánica madura u otros materiales orgánicos disponibles en la zona, de esta manera las plantas se desarrollan mejor ya que estos materiales retienen agua y aportan nutrientes.

El tutorado y poda de las plantas se efectúa de manera similar al sistema convencional y que se describieron en el capítulo 11.

La fertilización es uno de los factores que mas influyen en el rendimiento del cultivo. Por eso se debe proporcionar una fertilización balanceada que proporcione los nutrientes adecuados y en la época que el cultivo lo requiere. Dependiendo del contenido de nutrientes del suelo y de la composta una dosis de 20 ton/ha de composta puede ser aplicada antes del trasplante.

Posteriormente puede utilizarse a ciertos intervalos (depende del estatus nutricional) un “té de composta” para suplementar macronutrientes y micronutrientes. También pueden utilizarse fertilizantes orgánicos líquidos o altamente solubles disponibles en el comercio que pueden aplicarse a través del sistema de riego.

Para el control de plagas y enfermedades deben utilizarse productos que no contaminen el ambiente y sin afecto tóxico sobre el hombre. Ha dado buenos resultados aplicar polvos o soluciones a base de ajo o neem ya que estas plantas tienen efecto repelentes sobre las plagas. Utilizar microorganismos como *Bacillus thuringensis* que al ser comido por las larvas de lepidópteros (mariposas y polillas)

causan la muerte a largo plazo. En el mercado se encuentran formulaciones en forma de polvo (Dipel) que se mezcla con agua y se realiza aplicaciones al follaje.

13.3. Perspectivas

La agricultura orgánica es una actividad que se ha incrementado significativamente en Baja California Sur. Dicho Estado es uno de los principales exportadores de productos orgánicos del país. Un total de 21 cultivos y 63 variedades entre las que destacan hierbas medicinales, especias, hortalizas y frutas, se exportan a Europa, Estados Unidos y Canadá (Nieto-Garibay et al 2002). Dentro de las hortalizas, el tomate es uno de los cultivos de mayor importancia económica y su superficie de cultivo tiende a expandirse. Sin embargo, la producción de tomate orgánico se centra en la zona de Los Cabos y en menor escala en Mulegé-pueblo.

En algunos países de Europa, Estados Unidos, Canadá y Argentina, el área de cultivo orgánica se ha duplicado constantemente. Por esta razón, se prevé que el cultivo de tomate orgánico en Baja California Sur se expanda hacia otras zonas como la del Valle de Vizcaíno. Además, este Valle está localizado en la reserva de biosfera mas grande de Latinoamérica que es La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, por lo cual un valor agregado ambiental al tomate indiscutiblemente se traducirá en un sobreprecio atractivo para los productores.

Los analistas parecen coincidir que en un futuro cercano se exigirán a casi todos los productos agroalimentarios cero residuos de agroquímicos o farmacéuticos, y fuertes condiciones en sus modos de producción, de manera de asegurar la protección del ambiente y la salud de los consumidores.



14. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de tomate se muestran en la Tabla 15. La planta del tomate presenta enfermedades como tizón tardío, moho gris, moho de la hoja, podredumbre blanda, marchites bacteriana, mancha de la hoja, enfermedades virosas, etc. Plagas más importantes en el cultivo son: ácaros, pulgones, mosquita blanca, gusano soldado, etc. Para prevenirlas hay que procurar la eliminación de los pétalos, así como el retiro inmediato de los frutos y las hojas que han sido infectadas desde el campo.

Tabla 15. Plagas y enfermedades comunes del cultivo de tomate. Medidas de control y dosis a aplicar

Plagas y enfermedades	Producto y dosis/ha	Observaciones
Minador de la hoja (<i>Liriomyza munda</i>)	Trigar (Cyromazine 75%) a 100-200 g Avid (Avermectinas 1.8%) a 1.0-1.5 l	Cuando aparece un elevado número de adultos y las primeras minas de las hojas.
Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Endosulfan (endosulfan 50%) a 2.0-3.0 l Confidor (imidachloprid 30.2%) a 1.0 l	Tratar cada 2 o 4 días desde el momento en que se empiecen a ver los primeros adultos siendo aconsejable el cambio de productos fitosanitarios en cada tratamiento.
Pulgón (<i>Myzus persicae</i>)	Orthene 75 (Acefate 75%) a 0.7-1.0 l Perfektion (Dimetoato 37.5%) a 1.0 l	Al detectarse un 5% en plantas infectadas.
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Bravo 720-1-2 l	Utilizar suficiente agua para lograr una buena cobertura del follaje.
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	(Dyrene 50%) a 0.8-1.5 kg	Aplicar 2 o 3 veces cuando aparezcan los primeros síntomas, con intervalos de 7 días cada aplicación.
Marchites por Fusarium (<i>fusarium oxysporum f cepae</i>)	Benomilo (Benomyl 50%) a 250-500 g Bayleton (Triadimefon 25%) a 350-500 g	Cuando la hoja presente un amarillamiento, especialmente en las nervaduras.
Nematodo (<i>Meloidogyne spp</i>)	Nemacur 10% GR (Fenamifos 10%) a 50 kg Bromuro de metilo (líquido volátil) a 454 kg	Cuando en la parte aérea de la planta se manifieste achaparramiento y en la raíz se presenten nodulaciones o abultamiento.

15. COSECHA

Básicamente, el grado de coloración de los frutos (Foto 18) define el tiempo de cosecha y puede variar por la época del año. Sin embargo, para definir su calidad y maduración actualmente se toman otros criterios basados en la composición química de los frutos, como se aprecia en la Tabla 16.

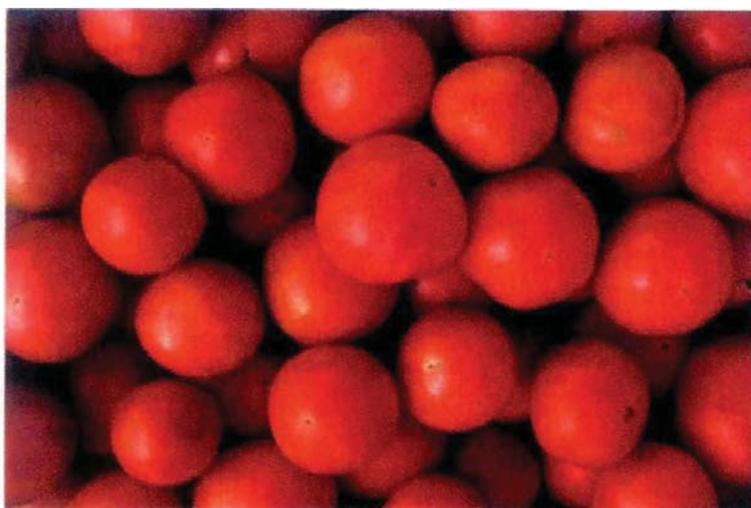


Foto 18. Cosecha de frutos maduros

Tabla 16. Diferencia en componentes del fruto según el grado de maduración.

Etapas de maduración	Acidez del jugo	Acidez Total (%)	Azúcar Total (%)	Almidón (%)	Nitrógeno Total (%)
Maduro verde	4.3	0.854	1.92	0.435	0.186
Coloración	4.1	0.943	2.31	0.206	0.186
Maduración	4.2	0.910	2.28	0.118	0.191
Maduración completa	4.5	0.606	2.63	0.075	0.203

16. APÉNDICE

Tabla 17. Causas que provocan desorden fisiológico en relación con las etapas de desarrollo del tomate y sus medidas.

Etapas de desarrollo	Desorden fisiológico	Causas
Siembra.	Germinación deficiente.	Maduración deficiente, semillas viejas, baja temperatura.
Germinación.	Germinación retardada.	Falta de boro, temperatura nocturna menor a 5°C.
Crecimiento.	Tallo anormal.	Exceso de abono, suelo alcalino, temperatura alta, falta de humedad.
Diferenciación de la yema floral, desarrollo del estambre.	Frutos deformes y ovalados.	Temperatura baja, exceso de humedad en el suelo y de nutrientes, crecimiento desmedido, falta de calcio y boro.
Meiosis.	Frutos huecos.	Exceso de hormonas, falta de luz solar, temperatura baja o alta, polen deficiente, exceso de humedad en el suelo y de nutrientes nitrogenados, crecimiento desmedido.
Floración y fecundación.	Frutos muy pequeños.	Falta de luz solar, temperatura baja o alta, falta de hormonas, polen y óvulos deficientes.
Inicio del crecimiento de los frutos.	Frutos deformes.	Falta de calcio, falta de boro, temperatura baja, falta de humedad.
Primera etapa del crecimiento de los frutos.	Cicatrices suberificadas.	Falta de calcio y humedad, alta concentración de sales (exceso de abono y potasio).
Etapas media del crecimiento de los frutos.	Pardeamiento vascular.	Falta de luz solar, exceso de nitrógeno, falta de potasio.
Etapas final del crecimiento de los frutos.	Podredumbre apical.	Falta de calcio, exceso y/o falta de humedad en el suelo, alta temperatura, alta concentración de sales (exceso de abono y potasio).
Coloración.	Frutos agrietados.	Luz solar directa, exceso y/o falta de humedad en el suelo, falta de calcio y boro.



17. BIBLIOGRAFÍA

- Esquinas Alcazar, J., Nuez Viñals, F. (1995). Situación Taxonómica, domesticación y difusión del Tomate. En: Nuez, F. (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1995.
- FAO. 1991. Manejo del suelo producción y uso de composte en ambientes tropicales. Boletín de suelos de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 178 p.
- Guenkov, G. 1975. Fundamentos de Horticultura Cubana. Instituto Cubano del libro.
- INEGI. 2003. Web en línea <http://www.inegi.gob.mx>. Con acceso Junio, 2003.
- Kassas, M. 1995. Desertification : a general review. Journal of Arid Environments 30:115-128.
- Larrinaga, J., Lucero A. y Toyota, M. 1994. Diferencia de crecimiento y producción de tomates entre planteros sembrados en botes y charolas de germinación. Reportes Técnicos del Proyecto Agrícola, Vol. 2 No. 1.
- López-A, R., E. Villavicencio-Floriani, M.A. Real-Rosas, J.L. Ramírez-Barajas y B. Murillo-Amador. 2003. Macronutrientes en suelos de desierto con potencial agrícola. Terra. Vol. 21(3):333-340.
- Nieto-Garibay, A., Troyo-Dieguez E., Murillo-Amador B., García-Hernández, J.L., y Larrinaga-Mayoral J.A. 2002a. La composta: Importancia, Elaboración y Uso Agrícola. Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S. México. 86 p.
- SAGARPA. 2002. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Web en línea disponible en: <http://www.siea.SAGARPA.gob.mx/ar> compec principal html. Con acceso septiembre 28, 2004.

- Segura García del Río, B., Caballer Mellado, V. 1995. Aspectos económicos de la producción y comercialización del tomate. En: Nuez, F. (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 1995.
- Ross, J. 1998. Hydroponic Tomato Production. A practical guide to growing tomatoes in containers. Casper publications Phy Ltd, Australia.
- Thomas, S y Cordon, M. 1983. Metric Tables of Composition of Australian Food. Commonwealth Dept. of Health, Canberra, Australia.



Diseño: Gerardo Hernández G./ CIBNOR