

Título: El cultivo de *Lycopersicon esculentum* Mill, (Tomate) y la experiencia cubana en la tecnología de cultivos protegidos.

Autores: MSc. Armando del Busto Concepción, MSc. Liudmila Palomino Morejón, MSc. Luís E. León Sánchez, MSc. Ricardo Cruz Lazo, MSc. René Hernández Gonzalo y Yoerlandy Santana Baños.

Generalidades del cultivo.

Situación de la producción mundial.

Un análisis de la superficie cosechada, rendimiento y producción mundial del tomate para el período 1979/81-1994 (Tabla 1) indica un crecimiento de la superficie cosechada en 388 000 há, con un aumento del rendimiento de cinco t/há, mientras que la producción creció más de 23 millones de toneladas en el mismo período.

Asia, América y Europa poseen las producciones más elevadas en 1994, pero mientras a Europa le corresponde el 20 por ciento de la producción mundial en sólo el 14 por ciento de la superficie cosechada de tomate, Asia produce el 35 por ciento, pero en el 41 por ciento de la superficie total. Ello se debe a la gran diferencia que hay en los rendimientos de ambos continentes (39 t/há y 23 t/há respectivamente).

Tabla 1. Superficies cosechadas, rendimientos y producción mundial del tomate.

Zona geográfica	Superficie (1000 há)				Rendimiento (t/há)				Producción (1000 há)			
	1979/81	1992	1993	1994	1979/81	1992	1993	1994	1979/81	1992	1993	1994
Mundo	2464	2850	2829	2852	22	26	26	27	53902	73896	74357	77540
África	338	432	426	428	14	20	20	19	4841	8509	8496	8315
N. y C. América	320	309	318	326	30	40	42	46	9517	12304	13294	14874
S. América	133	150	154	157	23	30	31	34	2999	4449	4756	5335
Asia	772	1158	1191	1182	19	23	23	23	14491	26849	2707	27430
Europa	484	405	392	402	30	37	38	39	14413	15153	14873	15537
Oceanía	10	10	11	11	26	34	39	40	270	346	420	433
URSS	406	-	-	-	18	-	-	-	7317	-	-	-

Fuente: (FAO, 1995), citado por Olimpia, (2000).

La información de los principales países productores de tomate en el mundo, así como la de los países que obtienen mayores rendimientos aparecen en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente.

Los datos correspondientes a algunos países, especialmente de Europa central y del norte, se refieren a cultivos producidos principal o totalmente en invernadero, lo que explica que sean mayores los rendimientos por hectáreas que se obtienen en estos países (FAO, 1995), citado por Olimpia, (2000).

Tabla 2. Principales países productores de tomate

País	Superficie (1000 há)	Rendimiento (t/há)	Producción (1000 t)
EE.UU.	190	64	12085
China	344	26	8935
Turquía	160	39	6300
Italia	1099	48	5259
India	321	16	5029
Egipto	148	31	4600
España	62	50	3066
Brasil	58	44	2550
Iran	75	26	1940
Grecia	41	44	1810
México	70	22	1560

Fuente: (FAO, 1995), citado por Olimpia, (2000).

Tabla 3. Países con mayores rendimientos en tomate.

País	Superficie (1000 há)	Rendimiento (t/há)
Países Bajos	1	375
Dinamarca	-	364
Bel-Lux	1	350
Noruega	-	291
Suecia	-	288
Reino Unido	-	285
Finlandia	-	257
Islandia	-	117
Irlanda	-	111
Suiza	-	93
Francia	11	74

Fuente: (FAO, 1995), citado por Olimpia, (2000).

Origen, domesticación y distribución.

Consuelo, (1991); Villela, (1993) y Olimpia (2000), coinciden en plantear que el tomate cultivado, (*Lycopersicon esculentum* Mill), es originario del área del Perú, Ecuador y Bolivia, en los Andes de Sudamérica. El hábitat natural de esta especie es una estrecha franja costera que se extiende desde el Ecuador (0° de latitud) hasta el norte

de Chile (30° latitud sur) y entre el Pacífico y los Andes en latitudes que varían entre 0 a 2000 metros, se incluyen las Islas Galápagos, donde aproximadamente no llueve durante seis meses pero si existe una niebla constante a temperaturas de 17 a 24 °C.

Todo parece indicar que el tomate fue llevado como maleza a América Central por los nativos y a otras áreas del mundo por los viajeros Europeos, ya que a la llegada de estos últimos su cultivo se conocía únicamente en México.

Detallando lo anterior, podemos apreciar muchos puntos oscuros con relación al origen y domesticación del tomate cultivado, sin embargo se considera que algunos de ellos son razonablemente ciertos (*Rick, 1976*), citado por *Olimpia, (2000)*:

- A. El ancestro más parecido al tomate es el “cereza”, silvestre; que crece espontáneo en áreas tropicales y subtropicales.
- B. El tomate cultivado se originó en América.
- C. El tomate había alcanzado un estado de domesticación antes de ser llevado a Europa y Asia.

Es difícil ser más específico en el tiempo y lugar de domesticación, ya que este ronda entre la región Andina y México, encontrándose en las ruinas arqueológicas de esta última representaciones de este fruto, no siendo así en la parte Andina, además las técnicas de cultivo Europeas y Asiáticas, semejan mucho a las implantadas en América Tropical. Se puede concluir, que el tomate, como el pimiento son plantas del trópico americano que han alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen y fuera del trópico.

Importancia alimenticia.

Cosuelo y Nelia, (1988), expresa que el tomate participar como ingrediente en platos listos para consumir, método este que está en incremento en el mundo actual, además de su gran demanda en estado fresco.

La importancia del tomate se basa en su alto contenido de minerales y vitaminas, elementos indispensables para el desarrollo y correcto funcionamiento de los diferentes órganos humanos. Es considerado como un activador de las secreciones gástricas y un eficaz catalizador del proceso asimilativo (*Gladys, 1993*).

Cada vez esta especie cobra más importancia para la alimentación humana dada la posibilidad que tiene en forma de salsas de acompañar a diversos cereales y tubérculos que constituyen la dieta básica de muchos pueblos, a la vez que los enriquece (Olimpia, et al., 2000).

Valor nutritivo.

La amplia aceptación y preferencia del tomate se debe a sus cualidades gustativas, a la posibilidad de su amplio uso en estado fresco, elaborado en múltiples formas y su relativo aporte de vitaminas y minerales (Tabla 4).

Tabla 4. Valor nutritivo del tomate.

Promedio por 100 g de producto fresco comestible.				
Desecho	6.00 %		Caroteno	0.50 mg
Materia Seca	6.20 g		Tiamina	0.06 mg
Energía	20.00 Kcal		Riboflavina	0.04 mg
Proteína	1.20 g		Niacina	0.60 mg
Fibras	0.70 g		Vitamina C	23.00 mg
Calcio	7.00 mg		VNM*	2.39
Hierro	0.60 mg		VNM/100g M.S.	38.50
*VNM = Valor Nutritivo Medio				
Promedio del jugo				
Agua	93-96 %			
Azúcares	2.00-3.50 %			
Ácidos orgánicos	0.25-.50 %			
Sustancias insolubles	0.70-1.00 %			
Amino-ácidos y Proteínas solubles	0.60-1.20%			
Elementos minerales	0.30-0.60 %			

Fuente: (IBPGR, 1977), citado por Olimpia, (2000).

En realidad, el valor nutritivo del tomate no es muy elevado. Un estudio realizado por la Universidad de California (Tabla 5) clasifica al tomate en el número 16 respecto a la concentración relativa de un grupo de 10 vitaminas, entre los principales cultivos de frutas, hortalizas y viandas en Estados Unidos. Sin embargo, pasa a ocupar el primer lugar cuando se analiza la contribución de nutrientes que ofrece en relación con su preferencia y nivel de consumo en ese país.

En general, una dieta rica en hortalizas puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, cáncer y obesidad (Kolasa, 1991). Numerosos médicos opinan, además, que su consumo constituye una vía sostenible para eliminar las deficiencias de micronutrientes, las cuales son comunes en muchos países tropicales.

En este caso se requiere una ingesta diaria de 200 gramos per cápita de hortalizas (AVRDC, 1995).

Tabla 5. Rango relativo de concentración y contribución de nutrientes.

Concentración de nutrientes		Contribución de nutrientes	
Cultivo	Rango	Cultivo	Rango
Brócoli	1	Tomate	1
Espinaca	2	Naranja	2
Col de Brusela	3	Papa	3
Habas de Lima	4	Lechuga	4
Guisantes	5	Maíz dulce	5
Espárrago	6	Plátano	6
Cebolla	7	Zanahoria	7
Coliflor	8	Col	8
Boniato	9	Cebolla	9
Zanahoria	10	Boniato	10
Maíz dulce	11	Guisantes	11
Papa	14	Espinaca	18
Col	15	Brocoli	21
Tomate	16	Habas de Lima	23
Plátano	18	Espárrago	25
Lechuga	26	Coliflor	30
Naranja	33	Col de Bruselas	34

Fuente: (Rick, 1978), citado por Olimpia, (2000).

Taxonomía.

Este cultivo pertenece al reino de los vegetales, división *Tracheophyta*, clase Angiosperma, subclase *Dicotiledonea*, orden *Tubifloral*, familia Solanácea. el género es *Lycopersicon*, el subgénero *Eulycopersicon* y la especie *Lycopersicon esculentum*, Mill. Se conocen nueve especies del género *Lycopersicon*, (Warnock, 1988), pero solamente *Lycopersicon esculentum* Mill., es cultivada comercialmente como hortaliza. Las especies silvestres de este género tienen gran importancia en el mejoramiento del tomate.

Botánica.

Según Olimpia, (2000), el sistema radicular del tomate consiste de una raíz principal pivotante de la que salen las raíces laterales. La planta que ha sido transplantada produce un sistema de raíces más ramificado y superficial que llega a no distinguirse de la raíz principal. La mayor parte de este sistema, se encuentra entre los cinco a treinta y cinco centímetro de profundidad, pero algunas raíces pueden alcanzar más de un metro.

La planta presenta un porte erecto, herbáceo. La parte adulta del tallo es semileñosa y en contacto con el suelo emite raíces adventicias con facilidad.

Después de desplegar dos hojas cotiledonales ovales, la planta puede emitir de seis a catorce hojas verdaderas antes de producir su primera inflorescencia. Estas hojas son alternas y compuestas de un número impar de folíolos peciolados con limbo oval y bordes serrados. Están cubiertas con pelos glandulares que emiten un olor característico cuando son apretados. Las axilas foliares producen ramas laterales que se desarrollan.

La Inflorescencia, por su parte, presenta un eje principal que estará formado por ramas de distintos tipos, cada uno de los cuales termina en una flor. Pueden ser simples, bifurcadas y ramificadas. En una inflorescencia se pueden formar más o menos flores, lo cual dependerá de la variedad y de las condiciones del cultivo. Las flores, son hermafroditas de pedúnculos cortos.

Están formadas por seis sépalos, seis pétalos amarillos unidos en su base. Se presentan generalmente seis estambres que envuelven totalmente al estilo y al estigma, lo cual contribuye a la polinización. Posee un ovario súpero, de dos a diez carpelos generalmente. Los frutos son en forma de bayas formadas por los tabiques del ovario, los lóculos, las semillas y la piel. Pueden tener diferentes formas: periformes, redondeados, ovalados. El tamaño es también muy variable. Las Semillas, son de pequeño tamaño, deprimidas, cubiertas de vellosidades, de color amarillo grisáceo, pueden conservar su capacidad germinativa de cinco a seis años, cuando las condiciones son favorables, temperaturas relativamente bajas, sin alteraciones y humedad relativa alta (*Gladys, 1993*).

Exigencias Climáticas.

Consuelo y Nelia, (1988), expresa que en el tomate se han determinado las siguientes fases:

- ☀ De la germinación de la semilla a inicio de la floración.
- ☀ De la floración a la fructificación.
- ☀ De la fructificación a la maduración del fruto.
- ☀ Maduración del fruto a cosecha.

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo, de las características genéticas de los cultivares y de

sus interacciones. Todos los factores climáticos son de gran importancia y su acción sobre los procesos fisiológicos de la planta no deben analizarse separadamente, sino en conjunto o interaccionados.

La fisiología del tomate ha sido muy estudiada, existen diferencias en el comportamiento varietal pero las exigencias térmicas son muy estrictas en función del grado de desarrollo del cultivo, sin embargo, en la mayoría de los casos el clima caribeño no se corresponde con éstas. Hay, igualmente, exigencias en cuanto a luminosidad y humedad relativa.

Germinación.

La germinación de la semilla ocurre cuando existen condiciones adecuadas de humedad, aireación y temperatura. El tomate demanda grandemente del oxígeno para germinar por lo que debe existir un adecuado equilibrio humedad-oxígeno para que esto ocurra.

El rango favorable de temperatura se establece entre 15 y 30°C, temperaturas inferiores retardan la germinación y prolongan la emergencia de las plántulas, provocando desigualdad. En general, en el Caribe no existen condiciones limitantes para la germinación.

Crecimiento.

El factor más limitante es la temperatura nocturna que debe oscilar por 15 °C, pero además es necesaria una diferencia de al menos seis °C entre el día y la noche para un buen crecimiento. Este también se favorece con una fuerte humedad relativa, 80 por ciento durante el día y la noche, y aumenta con la duración de la luminosidad.

Floración.

La diferenciación y el desarrollo floral en el cultivo comienzan temprano, luego de la expansión de los cotiledones.

Las temperaturas elevadas retardan la formación de los racimos, reducen el número de flores por racimos y el tamaño de las flores. La calidad del polen se afecta igualmente. La temperatura óptima durante la noche, para este estado, es de 13-17 °C y 23 °C, durante el día.

Anaïs, et al., (1981), explica que en el Caribe, a menudo las condiciones no son favorables para la floración, por ello las plantas alcanzan un gran desarrollo vegetativo, un gran número de hojas antes del primer racimo, pero el número de estos se reduce, siendo más pequeños. En algunos casos se observa, la ausencia total de floración. Las plantas envejecen prematuramente.

🌻 Fructificación.

Los factores ambientales, tales como, temperatura, humedad y luz afectan grandemente cada proceso de la reproducción del tomate, y a su vez, el porcentaje de fructificación y el rendimiento. La alta temperatura en los trópicos es particularmente desfavorable para la fructificación (Tabla 6) y limita la producción de tomate, igual se puede decir de la luz.

Ciertas temperaturas críticas inducen la caída de botones y flores como resultado de la falta de fertilización, la cual, a su vez, es afectada por un número considerable de factores.

Tabla 6. Porcentaje de fructificación observado en variedades ensayadas en Cuba en condiciones de campo en dos épocas.

Variedad	Origen	Fructificación (%)	
		Época	
		Fresca y Seca	Caliente y Húmeda
L 27	Cuba	93	65
Summertime	EE.UU.	93	53
Roma VF P/73	Cuba	92	28
Campbell 28	EE.UU.	90	13

Fuente: (Geisenberg y Stewart, 1986), citado por Olimpia, (2000).

Los procesos esenciales de la fructificación son (Calver, 1964):

- A. Producción de polen viable.
- B. Transferencia de polen al estigma.
- C. Germinación del grano de polen y crecimiento del tubo polínico.
- D. Unión de gametos masculinos con el óvulo viable.

Todos estos procesos son termosensibles, pero diversos estudios plantean que los pasos A y B, son los más severamente afectados y probablemente los factores limitantes de la fructificación (Abdalla y Verkerk, 1968).

Bajo condiciones normales de temperatura los estados meióticos de las células madres, macro y microesporas, tienen lugar ocho o nueve días antes de la antesis (*Iwahori, 1965*). Esta es la fase más sensible al calor. La temperatura afecta a ambos: pistilo y estambres en los botones florales nueve días antes de la antesis, mientras que afecta fundamentalmente a los estambres en los botones a los cinco o siete días antes de la antesis (*Kuo, et al., 1979*).

La fructificación, así como el desarrollo final del fruto quedan condicionados por el ambiente reinante en el momento en que dichos procesos tienen lugar. A pesar de que el tomate puede desarrollarse en un amplio rango de condiciones, es bien conocido que temperaturas superiores a 34/20 °C (día/noche), o un período de exposición de 40 °C durante solo cuatro horas pueden causar la caída de los botones en la mayoría de los cultivares (*Stevens y Rick, 1986*).

Para el cuajado de los frutos las temperaturas favorables están entre 1 y 14 °C por la noche, una diferencia de al menos 6 °C debe existir entre esta y la temperatura diurna.

☀ Desarrollo del fruto y rendimiento.

El óptimo de temperatura se sitúa en 17 °C durante la noche y 23 °C durante el día, temperaturas más elevadas aumentan la precocidad, pero disminuyen el rendimiento total. La intensidad luminosa débil, así como la temperatura elevada reducen el tamaño del fruto, de tal forma que para una misma variedad el tamaño de los frutos varía en épocas diferentes (fresca y seca / caliente y húmeda). Además tienden a aparecer frutos acostillados.

Durante la época lluviosa y caliente se observan rendimientos muy bajos o nulos en variedades no adaptadas. La calidad del fruto se afecta igualmente por rajaduras, pudriciones y color indeseable.

☀ Maduración del fruto.

La temperatura óptima para la maduración del fruto está alrededor de 20-24 °C en que el licopeno se forma más intensamente. Temperaturas por encima de 30 °C inhiben la formación de licopeno por lo que los frutos no poseen buena coloración; además causan quemaduras en la superficie de los frutos expuestos directamente al sol, lo que

disminuye su calidad. Esto puede mejorarse con cultivares que posean buena cobertura del follaje. (Tabla 7)

Tabla 7. Temperaturas para varios estadios de desarrollo del tomate en el campo.

Estadios de desarrollo de la planta	Temperatura °C		
	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	11	16-29	34
Crecimiento Vegetativo	18	21-24	32
Fructificación-noche	10	14-17	20
Fructificación-día	18	19-24	30
Desarrollo color rojo	10	19-24	30

Fuente: (Geisenberg y Stewart, 1986), citado por Olimpia, (2000).

El régimen de lluvia es otro factor importante en la producción de tomate. Los efectos de la intensidad luminosa sobre el crecimiento de las plantas, está relacionados principalmente con el papel de la luz en la fotosíntesis. La escasez de esta produce el debilitamiento de las plantas, las cuales son más susceptibles a las enfermedades. Muchas veces debido a una siembra densa en los semilleros, las propias plantas se autosomborean y se tornan delgadas y débiles, lo cual afecta a los rendimientos.

La intensidad luminosa débil tiene el mismo efecto que la temperatura elevada, (Calvert, 1959), citado por Olimpia, (2000), donde demostraron que la reducción del nivel de iluminación de 10 000 a 2 500 luxes, retardó el inicio de la floración y permitió un mayor número de hojas antes de la misma.

La luz es favorable también a la fructificación del tomate, ya que su ausencia desfavorece la polinización. Se ha demostrado que la fructificación es mejor con una iluminación de 14 horas por día que cuando éstas se mantienen solo siete horas (Daly, 1971); pero una alta intensidad luminosa unida a una alta temperatura incide negativamente en la fructificación.

La humedad relativa elevada es desfavorable a la liberación y germinación del grano de polen (Koot y Ravestijn, 1962). Algunos autores (Guenkov, 1974), plantean que la humedad relativa más adecuada oscila entre 45-60 por ciento.

El viento también pudiera llegar a afectar igualmente al cultivo por un exceso de desecación.

Generalidades sobre los cultivos protegidos en condiciones tropicales.

Las casas de cultivo son instalaciones que tienen por objetivo el de proteger a las plantas de la incidencia de la alta radiación solar y de las fuertes lluvias propias de los países tropicales, proporcionando una máxima aireación al cultivo, teniendo como ventaja principal el hecho de ser operables por pequeños y medianos productores especializados en el cultivo de las hortalizas, así como por cooperativas y empresas interesadas en esta producción con un costo de inversión inicial.

Las casas de cultivo, constituyen una tecnología muy promisoría para extender el calendario de producción y lograr una alta productividad y calidad de las hortalizas durante todo el año en condiciones tropicales. Es una técnica que permite modificar, total o parcialmente las condiciones ambientales, para que las plantas se desarrollen en un medio más favorable que el existente al aire libre, (López, G. y López, H., 1996), citados por Olimpia (2000).


En zonas tropicales el efecto buscado es el de “sombrija”, que consiste en proteger a las plantas de la alta radiación global existente y de los eventos de lluvia, propiciando una gran aireación al cultivo (Goto y Wilson, 1998). Por el contrario, en los países templados el efecto buscado es el de “invernadero”. Este consiste en el calentamiento espontáneo de la atmósfera confinada en el invernadero o casas de cultivo, en relación con el exterior (López, G. y López, H., 1996), citados por Olimpia (2000).

En la década de los ochenta se inicia por el IRAT, en Guyana, los primeros trabajos de investigación sobre cultivos protegidos en región tropical (Raoult, 1988a y 1988b). Esta técnica comenzó a desarrollarse posteriormente en Martinica y Guadalupe y en otros países de la región como Cuba.

Serrano, (1994), plantea que, un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender a las plantas de la acción de los meteoros exteriores. El volumen interior del recinto, permite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo.

Ventajas:

Muchas son las ventajas que estas instalaciones imprimen a los cultivos de hortalizas entre ellas se encuentran:

-  Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad.

- Aumento de la producción.
- Obtención de mejor calidad.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Ahorro en agua de riego.
- Sufrir menos riesgos catastróficos.
- Trabajar con más comodidad y seguridad.

Inconvenientes:

- Alta especialización, empresarial y técnica, de las personas que se dedican a esta actividad productiva.
- Elevados gastos de producción (semilla, abonos, jornales, tratamientos, conservación, etc.), que aumentan considerablemente respecto a los mismos cultivos realizados al aire libre.

El auge de las casas de cultivo en Cuba, se inicia a partir de la transferencia de tecnologías de otros países, principalmente Israel y España, con invernaderos o casa de cultivo (Tipología uno), multitúneles de estructura metálica de cinco a siete metros de altura, una superficie entre 0,25 y 0.50 ha., cubierta superior de polietileno o raffia plastificada, ventilación cenital y cerramiento por los laterales con mallas antibemisia, con lo cual se logra un aislamiento de las plantas cultivadas, pero un fuerte efecto “invernadero”. Se obtienen rendimientos superiores a 200 t/ha/año, a partir de híbridos de alto potencial productivos, manejo adecuado y el empleo de fitohormonas (MINAGRI, 1999).

Desde el año 1998 se está validada en todo el país la casa de cultivo rústica o tropical, que es una variante tropicalizada con efecto “sombrija”, propuesta por el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (Tipología dos). Son de estructuras de madera con dimensiones de 8,90 metros de ancho x 40,00 metros de largo, cubierta superior de polietileno o raffia plastificada, además está protegida por los laterales con una malla sombreada (35 por ciento) y posee ventilación cenital, lo que confiere una alta aireación al cultivo. Tratándose de una instalación abierta, se recomienda cultivar sólo cultivares de tomate resistentes al virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate (TYLCV). Están dotadas de sistema de fertirrigación. Esta tipología tiene la ventaja de crear una mayor armonía medio ambiental y puede ser empleada en diferentes sistemas de producción. Se obtienen rendimientos superiores a 140 t/ha/año

(Casanova, et al., 1999). Actualmente están disponibles casas con estructuras metálicas inspiradas en el modelo Tropical con efecto “sombriilla”.

La mayor superficie de las casas de cultivo en Cuba se establece en suelos, el análisis fitosanitario, antes de la ubicación, es recomendable para determinar la posible presencia de nemátodos de agallas del género *Meloidogyne*. Una premisa para determinar su instalación radica en su ubicación, de manera que los vientos predominantes batan a favor de los arcos o estructura superior de la instalación y, además, que las hileras de las plantas sean orientadas de norte a sur.

La tecnología emplea el riego por goteo y la nutrición se realiza por esa vía (fertirrigación). Para la protección fitosanitaria se aplican los conceptos de Manejo Integrado, con énfasis en las medidas cuarentenarias, empleo de cultivares resistentes, prácticas adecuadas de manejo y lucha biológica y química racional (Vásquez, et al., 1999).

La producción de hortalizas en Cuba es temporal y se ve afectada por diversos factores climáticos entre ellos:

- Radiación media global alta, fundamentalmente durante el verano.
- Fuertes precipitaciones en la estación lluviosa.
- Pequeñas diferencias entre temperaturas diurnas y nocturnas.
- Temperaturas situadas por encima del límite biológico permisible de algunas especies.
- Alta humedad relativa durante casi todo el año.
- Frecuentes amenazas de tormentas y ciclones tropicales.

Adicionalmente en el orden agronómico:

- No se dispone de suficientes variedades adaptadas y resistentes que permitan extender la producción durante el año a campo abierto y asegurar la oferta de un producto de mayor calidad de forma estable.
- Existen dificultades en el manejo y disciplina agronómica de los cultivos.
- Los cultivos se han visto azotados por nuevas enfermedades y plagas (mosca blanca-germivirus, trips y otros)

Por lo anteriormente planteado y según CNSV. MINAGRI (2000), plantea que en la actualidad la agricultura cubana no ha podido garantizar las cantidades y calidades de hortalizas que requiere el creciente auge del turismo interno, cuya demanda sobrepasa las 6 700 t/anales a partir del propio año, tomando solo en consideración los principales polos turísticos del país y los cultivos del tomate, pepino, pimiento, melón y lechuga.

Manejo agronómico.

El cultivo protegido implica un cambio de enfoque en el manejo agronómico de los cultivos hortícolas, entre ellos el tomate, determinado por:

- ☀ Las características de los nuevos cultivares.
- ☀ El tipo de instalación protegida utilizado.
- ☀ La mejora de la calidad de la cosecha y el precio del material vegetal, entre otros factores.

Experiencia en Cuba del manejo de *Lycopersicon esculentum* Mill, (Tomate) en condiciones de cultivos protegidos. (MINAGRI, 1999).

☀ Marco y Densidad de plantación.

La densidad de población depende de diversos factores, tales como: cultivar empleado, hábito de crecimiento, época de plantación, tipo y fertilidad del suelo, forma de conducción y poda. La distancia media de plantación a emplear en la producción de tomate en casas rústicas es la siguiente:

- ✓ Doble hilera, separadas a 60 y 40 cm entre plantas, situadas a tresbolillo.

☀ Transplante.

- El transplante se realizará exclusivamente en cepellones, quedando prohibido producir para esta actividad plántulas a "raíz desnuda".
- Previo al transplante se dará un riego para garantizar la humedad adecuada para el establecimiento de las posturas en cepellones y evitar el estrés de las mismas en el proceso de transplante.
- Los orificios para transplantar las posturas se realizarán con el auxilio de un plantador o una estaca de madera aguzada, que desplace un volumen de suelo

similar al taco del cepellón, para lograr un adecuado contacto de éste y las paredes del orificio abierto.

- ❑ Las bandejas-semilleros se trasladan con mucho cuidado al área de plantación y se colocan al inicio de los canteros, separadas por variedades.
- ❑ Al extraer las plántulas de las bandejas se deberá tener sumo cuidado para evitar ocasionar daños al taco de cepellón o al sistema radical de las plántulas.
- ❑ Después de colocado la postura se procede al tape del cepellón.
- ❑ Un riego ligero después del transplante.
- ❑ Se somete a la plantación a un estrés por varios días, con vistas a favorecer el desarrollo radical de la planta y un adecuado arraigue de la misma.
- ❑ Revisar la humedad del suelo periódicamente para determinar el momento adecuado para reiniciar el riego.
- ❑ Si mueren algunas plantas, realizar el transplante ante de las 24 horas.
- ❑ Dejar en las bandejas plántulas de calidad para el transplante.
- ❑ Otra variante es transplantar un número de posturas "extras" que constituyen una reserva para posible fallos detectados después del transplante o plantas afectadas por Damping off, daños físicos o las denominadas "quimeras", que son plantas sin yemas terminales, difíciles de detectar en el semillero o al transplantar, las cuales se sustituyen varios días después del transplante que es cuando se detectan.
- ❑ Las labores de transplante y retransplantes se realizan preferentemente en horas de la tarde.

Labores Culturales.

Tutorado.

El tutorado permite la conducción de la planta en forma vertical, para lograr que las ramas dispongan de suficiente luz, aire y espacio para el normal crecimiento y desarrollo de su producción; proporciona condiciones menos favorables para el desarrollo de enfermedades; evita que los frutos hagan contacto con el suelo y favorece las labores propias del control fitosanitario.

- ❑ La planta se mantiene vertical, enredada hoja a hoja, a través de un cordel tomatero, el cual debe tener de cuatro a cinco metros de longitud y se ata desde la parte superior de la región inferior del tallo de la planta, debajo de una hoja, hasta el alambre superior.

- El cordel se coloca temprano, una semana después del trasplante. El amarre en la parte inferior del tallo no debe comprimirlo.
- A medida que la planta va creciendo se va practicando el deshije y enredando el cordel en la planta en el sentido de la manecillas del reloj.
- El cordel no debe quedar rígido, sino suave de forma que la planta vaya quedando inclinada con un ángulo de 45°.
- Cuando la planta alcanza alrededor de 1.60 metros debe producirse una labor de “baje” de la misma según la inclinación que ha venido tomando, hasta la altura de 1.20 a 1.40 metros aproximadamente.
- Previo a esta labor a la planta se le practica una poda de las hojas inferiores caducas, con daño de enfermedades o en contacto con el suelo.
- El “baje” es en extremo útil para favorecer el cuajado de los frutos, sobre todo en el período de primavera-verano, en que prevalecen temperaturas máximas superiores a 34°C, ya que al bajar la planta los racimos florales se colocan a una temperatura inferior que resulta más favorable para la fructificación.

Poda o deshije.

- Con esta labor se trata de lograr una planta vigorosa y equilibrada, que los frutos no queden ocultos entre el follaje y a la vez mantenerla con suficiente aireación y libre de la humedad persistente, que ocasionaría problemas fitosanitarios.
- Se realiza simultáneamente con el tutorado de las plantas y comienza a realizarse en cultivares determinados de 15-20 días después del trasplante. Los hijos axilares se eliminan con los dedos y excepcionalmente con un instrumento cortante, debiéndose eliminar cuando estas no rebasen los cinco centímetros.
- Es necesario evitar la diseminación del TMV, (*Tobacco Mosaic Virus* = Virus del Mosaico del Tabaco) en caso de estar presente, a través de esta labor.
- Los cultivares indeterminados se pueden deshijar:
 1. A un tallo, eliminándose todas las yemas o hijos que se desarrollan en las axilas de las hojas del tallo principal.
 2. A dos tallos, denominados también en horquetas, para lo cual se deja el hijo fuerte que está debajo del primer racimo, deshijándose el resto de los hijos que se formen en ambos tallos.
- Las variedades determinadas o semideterminadas que comúnmente no se deshijan a campo abierto, crecen con más exuberancia bajo cultivo protegido, por lo cual debe ser deshijado parcialmente, eliminando los hijos axilares situados por debajo

del hilo del primer racimo. Este deshije evita el exceso del follaje en la parte inferior de la planta, facilita el control fitosanitario y mejora el tamaño de los frutos.

- Se podarán también las ramas que salen como prolongación de los racimos, hijos o chupones que salen del tallo a nivel del suelo en plantaciones en desarrollo, frutos pequeños o poco desarrollados que pueden afectar el tamaño medio de los frutos en el racimo.

Decapitado.

El decapitado es una poda de la yema terminal de la planta que se hace con varios objetivos.

- *Decapitado total*, es cuando se suprime la yema terminal de la planta, limitando su crecimiento en altura, en búsqueda de mayor tamaño y calidad del fruto, o como una estrategia para limitar el ciclo de producción del cultivo ante su envejecimiento, sanidad o para aprovechar mejores condiciones climáticas al cultivo posterior.
- *Decapitado parcial*, es cuando se suprime la yema terminal, pero se deja un hijo seguidor, para continuar la producción. Este proceso se denomina “cambio” y se realiza o se produce en el crecimiento del tallo principal del tomate (decapite + dejar hijo seguidor) cuando se observen anomalías en el grosor de su extremo superior (por exceso o por defecto), de acuerdo a las características de los cultivares, ciclo del cultivo, etc.

Las variedades del grupo determinado no se decapitan.

Vibrador.

La aplicación del vibrador a los racimos florales del tomate es una técnica auxiliar que pretende, por acción mecánica, el desprendimiento de los granos de polen de las antenas de flores de tomate para lograr una fecundación o cuajado de los frutos más efectiva.

La aplicación del vibrador se realiza con la presencia comprobada de polen en las flores, lo cual ocurre a temperaturas generalmente inferiores a 32 °C, requiriendo baja humedad relativa a nivel de la planta, ya que la alta humedad dificulta el desprendimiento del grano de polen. En tales condiciones es necesario aplicar el vibrador en días alternos a partir de la apertura de las primeras flores, lo cual garantiza la polinización de un mayor número de flores por racimo.

Hormonas.

Cuando las temperaturas sobrepasan los 36 °C en el interior de la instalación, coincidiendo con el final de la primavera y el verano, no hay producción de polen, o no es viable por lo cual es necesaria la aplicación de hormonas reguladoras de la fecundación.

La aplicación de hormonas se realiza en horario de la mañana (hasta las nueve ante meridiano) o después de las cuatro pasado meridiano, buscando temperaturas más frescas. El producto se aplica con un difusor calibrado colocando la mano del operario aguantada detrás del racimo para impedir que el mismo haga contacto con la parte terminal de la planta, cuando el 50 por ciento de las flores estén abiertas en el racimo a tratar. El producto recomendado es B. Naftoxic Acetic Acid en una dosis de dos centímetros cúbicos por litro y la frecuencia de aplicación es cada siete días.

Otras de las labores que se le practican al cultivo son: escarda manuales, guataqueas ligeras y arranque de malezas y las que se realizan para mejorar las condiciones físicas del suelo y la aireación del sistema radical de la planta como es el caso de la escarificación.

Híbridos.

Los cultivares existentes actualmente pueden ser líneas fijadas o híbridos F_1 que se utilizan cada vez más, las ventajas de estos últimos estriba, en que permiten acumular una mayor resistencia a enfermedades, tienen un mayor potencial de producción, mayor uniformidad y calidad del fruto, además permite la protección varietal y la rentabilidad del trabajo de selección. Por otra parte, el efecto de heterosis o vigor híbrido no se observa con frecuencia en el tomate en el trópico; el precio de la semilla híbrida es demasiado elevado y a menudo no está al alcance de los agricultores de la región (*Olimpia, 2000*).

Hábitos de crecimiento.




Los cultivares de tomate se dividen por su hábito de crecimiento en dos grupos fundamentales: de crecimiento determinado y de crecimiento indeterminado.

Crecimiento determinado (C.D.), este carácter está determinado por un gen recesivo *sp*. Se caracteriza por tener un crecimiento limitado, ya que el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en un racimo que limita su crecimiento vegetativo; las plantas

poseen entrenudos cortos, formando generalmente el primer racimo después de seis o siete hojas, y el resto de los racimos entre una o dos hojas y hasta cinco inflorescencias en el tallo principal.

Por lo general, presentan un buen rendimiento y debido a la poca altura que alcanzan sus tallos, permite una mayor mecanización de las labores de cultivo. Estos cultivares son sembrados, generalmente, sin tutores, y si se emplearan, no se deshijan. Todos los cultivares usados en la producción de tomate con destino a la industria poseen este hábito de crecimiento.

Según *Casanova, (1999)*, el grupo de crecimiento determinado se subdivide, por tanto en varios tipos:

-  Determinado compacto (‘Campbell 28’; ‘Chino-III’; ‘HC 78-80’).
-  Determinado intermedio (‘Nova-2’; ‘HC 38-80’; ‘Petomech’).
-  Determinado abierto (‘Rossol’; ‘Roma VFP-73’; ‘Red Rock’; ‘Caraibo’).

Esta división se aplica a su desarrollo vegetativo y su importancia práctica radica esencialmente, en que cada tipo responde generalmente a una determinada área nutritiva, lo cual determina el esquema y densidad de siembra que se va a utilizar.

Crecimiento indeterminado (C.I.). Este carácter está determinado por el gen dominante *sp+*. El grupo se caracteriza por un crecimiento ilimitado de su tallo principal, el racimo ya terminado, forma un hijo en el seno de la última hoja que prosigue el crecimiento del tallo. El primer racimo aparece generalmente después de siete a diez hojas y, casi siempre los racimos se forman espaciados por tres hojas. Las plantas pueden alcanzar alturas superiores a los dos metros y portar un número importante de racimos. Estos cultivares se recomiendan que sean cultivados con tutores, lo cual no permite una plena mecanización de las labores de cultivo. Sus frutos son utilizados para el consumo fresco, son generalmente de maduración más tardía y presentan una recolección escalonada. Ejemplo: ‘Manaluce’, ‘Floradel’, ‘Tropic’, ‘Marglobe’.

El término **semideterminado** se usa en aquellos cultivares determinados que presentan seis o más racimos en el tallo principal, separados por dos hojas.

Tabla 8. Caracterización de algunos cultivares de tomate con crecimiento indeterminado utilizados en el caribe.

Cultivares	Origen	Adaptación	Forma del fruto	Tamaño fruto	Cobertura	Resistencia
FA 180	Israel	General	Redondo-aplastado	Grande	Buena	F, Ve, TY
Caracoli F₁	Guadalupe	H. Caliente	Redondo	Grande	Buena	F, Sm, Ps
Cuba C 27-81	Cuba	H. Caliente	Redondo	Grande	Buena	*
Criollo de Quivicán	Cuba	H. Caliente	Ligeramente acostillado	Mediano	Buena	Sm
Floradel	EE.UU.	H. Caliente	Redondo	Grande	Buena	F.
HA 3102	Israel	General	Redondo	Grande	Buena	F, Ve, TY
King Kong	Taiwan	H. Caliente	Redondo	Grande	Buena	F, Sm, Ps
Liliana 10-3	Cuba	H. Caliente	Acostillado	Mediano	Buena	*
Manalucie	EE.UU.	H. Caliente	Redondo-profundo	Grande	Buena	F, Sm
HA 3105	Israel	General	Redondo	Grande	Buena	F, Ve, TY
Summertime	EE.UU.	H. Caliente	Redondo	Pequeño	Buena	Sm
Tropic	EE.UU.	H. Caliente	Redondo-aplastado	Grande	Buena	F, Ve, Sm
Tropical T-60	Israel	General	Redondo	Grande	Buena	F, Ve, TY

Fuente: Sarita, (1991) citado por Olimpia, (2000).

Leyenda:

* No hay datos.

F- *Fusarium oxysporum*

Sm- *Stemphylium solani*

Ps- *Ralstonia solanacearum*

Ve- *Verticillium dahliae*

Bibliografía Consultada

- 📖 Abdalla, A.A. y K. Verkerk. 1968. Growth, flowering and fruitset of the tomato at high temperature. Neth. J. Agric. Sci. 16:71-76.
- 📖 Anaïs, G., M. Clairon, F. Daudet, A. Kermarrec y P. Daly. 1981. La tomate aux Antilles. INRA-Center de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane. Monographie pour le développement local. 30p.
- 📖 AVRDC. 1995. AVRDC 1994 Progress Report. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan (ROC). 520p.
- 📖 Calvert, A. 1964. Effect of the early environment on the development of flowering in tomato. II Light and temperature interactions. J. Hort. Sci. 34, 154-62.
- 📖 Casanova, A.; O. Gómez; T. Depestre; A. Igarza; M. León; R. Santos; M. Chailloux; J.C. Hernández y F.R. Pupo, 1999. Guía Técnica para la producción protegida de hortalizas en casas de cultivos tropical con efecto sombrilla. La Habana, I.I.H. "L. Dimitrova".

- 📖 Casanova, A.; O. Gómez; T. Depestre; A. Igarza; M. León; R. Santos; M. Chailloux; J.C. Hernández y F.R. Pupo, 1999. Guía Técnica para la producción protegida de hortalizas en casas de cultivos tropical con efecto sombrilla. La Habana, I.I.H. "L. Dimitrova".
- 📖 CNSV. MINAGRI. Instructivo Técnico de Casas de Cultivo Protegidos. 2000. pág. 31.
- 📖 Consuelo, H.; Nelia, C., 1988. Horticultura. Edición Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. Pág.193.
- 📖 Gladys F. Santacruz; 1993. Compendio de Agronomía. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 656 pp.
- 📖 Goto, R. y S. Wilson, 1998. Producto de hortaiças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo. Fundação Editora da UNESP: 257-329.
- 📖 Guenkov, G. 1974. Fundamentos de Horticultura Cubana. Editorial Organismos. Instituto Cubano del libro, La Habana. 355p.
- 📖 Iwahori, S. 1965. High temperature injuries in tomato. IV Development of normal flower buds treated with high temperature. J. Jap. Soc. hort. Sci. 34:33-41.
- 📖 Kalosa, K. 1991. Eat vegetables for health'sake. American Vegetable Grower. 39(1):16_20.
- 📖 Koot, Y. y W.V. Ravestijn. 1962. The germination of tomato pollen on the stigma. XVIth International Hort. Congress. t2 452-461.
- 📖 Kuo, C.G., B.W. Chen, M.H. Chou, C.L. Tsai y T.S. Tsai. 1979. Tomato fruit-sed at high temperature. Proc. of the Ist. Symp. on Tropical Tomato. Shanhua, Taiwan (ROC). Oct 23-27, 1978. p 94-108.
- 📖 MINAGRI, 1999. Manual para casas de cultivos protegidos. La Habana. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Folleto 65pp.
- 📖 Olimpia G.; Casanova A.; Laterrot H.; Anaïs G. 2000. Mejora genética y manejo del Cultivo del Tomate para la producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana. 159pp.
- 📖 Raoult, P., 1888a. La Martinique. Situation des cultures protegées. P.H.M. Revue Horticole (284): 45-50.
- 📖 Raoult, P., 1888b. La Martinique. Situation des cultures protegées (Cont). P.H.M. Revue Horticole (285): 11-16
- 📖 Serrano, Zoilo. Construcción de invernaderos. Ediciones Mundi-Prensa. España. 1994. pág 445.

- 📖 Stevens, M.A. y Ch.M. Rick.1986. Genetic and breeding. in Atherton, J.G. y J. Rudich. The Tomato Crop: A scientific basis for improvement. Chapman and Hall, London, New York, 75-76p.
- 📖 Vásquez, A.; M. Martínez; R. Santos; I. Jiménez; I. Herrera; B. Bernal; R. Delgado; I. Martínez; A. Hernández; A. Guzmán; L.C. Hernández, 1999. Instructivo técnico para el tomate en casas de cultivo protegidos de alta tecnología. La Habana. Ministerio de la Agricultura. Folleto. 77pp.
- 📖 Villela, J. D. 1993. El cultivo del tomate. PDA (MAGA-AID).Guatemala. 143 p.
Disponible en: <http://www.disagro.com/publicaciones.htm> . 05/10/02
- 📖 Warnock, S.J. 1988. A review of taxonomy and philigeny of the genus Lycopersicon. Hortscience 23 (4): 669-673.