

Cultivo de tomate en invernadero

Alternativas para el Control de Temperaturas Extremas

La Argentina cuenta con una superficie de producción de tomate bajo invernadero de poco más de 1000 hectáreas, destinadas principalmente al mercado interno. Esto determina la necesidad de contar con técnicas de bajo costo para el control de las temperaturas extremas

● Ings. Agrs.
Carlos A. Bouzo,
Rubén A. Pilatti, Juan
C. Favaro
Dr. Norberto F.
Gariglio
Facultad de Ciencias
Agrarias
UNL

● Entre los principales productos hortícolas para mercado fresco en la Argentina se encuentra el tomate, con producción continua durante todo el año debido a la extensión en latitud y a la diversidad de ambientes. Esto determina una zonificación de la producción en directa relación con la temperatura media de cada lugar. Las principales regiones de producción son: el Noroeste, Noreste, Litoral Sur, Buenos Aires y Semiárida-Sur (Figura 1). La producción se realiza tanto en condiciones de aire libre como en invernadero en un total aproximado de 10.000 hectáreas de las cuales cerca del 10% corresponde a cultivos de invernaderos. En cada región la temperatura se transforma en una ventaja competitiva o en un factor limitante debido a la ocurrencia de temperaturas extremas. La

región del NOA, con un clima subtropical a tropical, produce tomate desde abril a octubre, existiendo dos subregiones bien definidas en función de las condiciones de temperatura: en Tucumán, sur de Salta y Jujuy una frecuencia anual de tres heladas permite la producción de tomate al aire libre o con protección de barandillas; en el norte de Salta y Jujuy existen zonas reservadas con una frecuencia de heladas de uno en cincuenta años, habilitándola para la producción al aire libre en pleno invierno. La superficie cultivada en invernadero alcanza las 100 hectáreas.

La región del NEA representa una de las zonas con mayor concentración de invernaderos del país, ubicados en su mayoría en Corrientes, principalmente sobre la costa del río Paraná, y

● Figura 1. Regiones hortícolas de Argentina productoras de tomate en invernadero.
1. NOA: Salta, Jujuy y Tucumán (aprox. 100 has); 2. NEA: Corrientes, Chaco y Formosa (aprox. 400 has); 3. Litoral: Santa Fe y Entre Ríos (aprox. 20 has); 4. Buenos Aires (aprox. 500 ha) 5. Semiárida y Sur: Mendoza, San Juan y Valle del Río Negro (aprox. 10 has).



una porción menor en Formosa y Chaco. En esta zona, la frecuencia de heladas es mayor que en el NOA, aunque no constituye un problema serio de daño de plantas en cultivo bajo invernadero debido a su escasa duración e intensidad; en cambio, los daños por enfriamiento alcanzan una alta incidencia. La superficie de cultivo bajo invernadero es de alrededor de 700 ha de las cuales el 60% están dedicadas a tomate con producción de mayo a diciembre.

La región Litoral Sur presenta clima templado con una importante frecuencia de heladas, siendo una región poco importante en producción de invernadero con aproximadamente 20 hectáreas destinadas a tomate. Los daños por enfriamiento son mayores que en Corrientes debido en parte a la escasa superficie de producción bajo cubierta.

La región de Buenos Aires con tres zonas bien definidas, norte de la Capital Federal (Escobar, Pilar, Zárate), La Plata y el cinturón verde de Mar del Plata, produce tomate al aire libre y bajo invernadero desde fines de noviembre a abril. Se trata de la región más importante del país y la de mayor crecimiento en superficie bajo cubierta en los últimos años. Es una zona de clima templado con importantes restricciones invernales, por ello en los invernaderos utilizan en esa época especies poco sensibles al frío (apio y lechuga), produciendo tomate durante los meses de verano. Finalmente la Región Semiárida y Sur se caracteriza por la producción de cultivos al aire libre con producción en pleno verano y con escasa importancia relativa de producción bajo invernaderos.

TEMPERATURAS BAJAS

Las bajas temperaturas que afectan gran parte de la superficie con invernaderos en el país reducen el crecimiento y la producción de los cultivos de tomate. Debido a los costos que supone la calefacción para obtener temperaturas superiores a los 10°C es habitual, que en la mayor parte de los casos, los productores utilicen técnicas de luchas contra heladas para evitar que la temperaturas desciendan por debajo del punto de congelación. Bajo estas condiciones es frecuente observar situaciones de enrollado de las hojas (Figura 2) que además se presentan más espesas y de color púrpura, habiéndose denominado en Holanda como "síndrome de la hoja corta" (SHC).

● Figura 2. Plantas de tomate bajo invernadero con síntomas de enrollamiento de hojas debido a las bajas temperaturas nocturnas



Esta alteración morfológica estaría provocada por una combinación de elevada luminosidad y concentración de anhídrido carbónico con temperaturas nocturnas bajas, inferiores a 8°C. Existen suficientes pruebas para afirmar que el problema está relacionado con una acumulación de asimilados en las hojas, principalmente ocasionado por altas tasas fotosintéticas diurnas y escasa translocación de los azúcares durante los períodos nocturnos de bajas temperaturas. El problema puede tener solución utilizando calefacción permanente durante la noche para conseguir temperaturas superiores a 8°C. Sin embargo, esto supone incrementar los costos de producción a extremos imposibles de justificar en términos económicos. Considerando que el transporte de los azúcares producidos en parte del período diurno hacia otros destinos en la planta ocurre principalmente en las primeras horas de la noche, posiblemente no se justifique incurrir en los altos costos de una calefacción continua.

Bajo esta hipótesis, trabajos realizados por los autores estuvieron dirigidos a determinar cuál es la temperatura y duración mínima necesaria para disminuir el SHC, considerando solamente lucha contra heladas y calefacción a 10°C, 12,5°C y 15°C hasta las 11:00 PM o hasta la 1:00 AM. El experimento se realizó en un período de 100 días desde mayo a septiembre en Santa Fe y los resultados permiten afirmar que la duración del tiempo de calefacción no tiene un efecto significativo (Tabla 1). Las primeras hojas presentaron un menor enrollamiento, posiblemente por las mayores temperaturas del inicio del invierno, debido a la demanda de asimilados inicial para el crecimiento de las raíces influidas por la temperatura del suelo y no del aire. Estos resultados junto a mediciones

realizadas en el área foliar (superficie de hoja / planta) ó en el área foliar específica (superficie de hoja / peso hoja) permiten afirmar que el efecto negativo de las bajas temperaturas puede superarse, evitando que la temperatura del invernadero sea inferior a 12,5 °C sólo hasta las 11:00 de la noche y luego continuando con lucha contra helada si fuera necesario. Por otra parte, medido en términos de rendimientos finales, la calefacción a 12,5°C hasta las 11:00 de la noche permitió alcanzar rendimientos similares a la calefacción a 15°C hasta la 01:00 de la madrugada, lo que de por sí es indicativo de la importante reducción en los costos de producción debido al ahorro de combustible (Figura 3). Además, comparado con el invernadero en que sólo se efectuó lucha contra helada se obtuvo un rendimiento de casi 3 kg/m² superior. Esta diferencia de producción permite apreciar el efecto del SHC sobre el rendimiento final del cultivo.

TEMPERATURAS ALTAS

Otro problema común observado principalmente en invernaderos de la regiones del Litoral Sur y del NEA es el relacionado con temperaturas

extremas altas durante los meses de primavera y verano. Los altos registros termométricos que puede alcanzar el aire de los invernaderos en estas zonas puede ser causal de alteraciones morfológicas o desórdenes fisiológicos que se manifiestan en abscisión de flores, quemado de frutos (Figura 4) y disminución de la fotosíntesis neta por estrés hídrico temporario o un aumento en las tasas respiratorias. Entre los métodos propuestos para el control de temperaturas altas se encuentran las mallas de sombreo, el principal objetivo de estas mallas es limitar los excesos de temperatura resultante de un incremento de la radiación neta en el cultivo. Uno de los inconvenientes de su uso es que con los materiales actualmente disponibles la reducción de la radiación solar que originan no es selectiva, disminuyendo tanto la radiación infrarroja como la fotosintéticamente activa correspondiente al espectro visible. El sombreamiento permanente de un invernadero, aunque permite atenuar los picos de temperaturas máximas, también puede ser causal de una disminución en la producción, debido a que el rendimiento potencial de un cultivo disminuye en proporción a la pérdida relativa de luz debida al sombreamiento. Por

- Tabla 1. Grado de enrollado foliar (*) al final de la experiencia en plantas de tomate sometidas a diferentes regímenes de calefacción nocturna

Hoja N°	Calefacción						Testigo
	Hasta 11:00 PM.			Hasta 01:00 AM			
	15°C	12,5°C	10°C	15°C	12,5°C	10°C	
1 - 8	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,7	2,1
9 - 16	0,8	0,8	1,2	0,5	0,7	1,3	4,4
17 - 23	0,9	0,8	1,4	0,6	0,6	1,2	4,5
24 - 32	0,9	0,9	1,2	0,5	0,6	1,5	4,1

(*) Escala de enrollado foliar: 0, sin enrollado; 5 enrollado máximo. El número de hojas se contabilizó desde la base del tallo

- Tabla 2. Comportamiento del cultivo de tomate, en la experiencia con malla de sombreo, medido en términos de parámetros promedios a lo largo de 100 días antes del final del experimento

Hoja N°	Calefacción						Testigo
	Hasta 11:00 PM.			Hasta 01:00 AM			
	15°C	12,5°C	10°C	15°C	12,5°C	10°C	
1 - 8	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,7	2,1
9 - 16	0,8	0,8	1,2	0,5	0,7	1,3	4,4
17 - 23	0,9	0,8	1,4	0,6	0,6	1,2	4,5
24 - 32	0,9	0,9	1,2	0,5	0,6	1,5	4,1

Referencias: T, sin malla negra; E, con malla negra en la vertiente E del techo; O, con malla negra sobre vertiente oeste del techo; E-O, con malla negra cubriendo todo el techo.

otra parte, los costos de las pantallas de sombreo limitan la posibilidad de su utilización en grandes superficies de invernaderos.

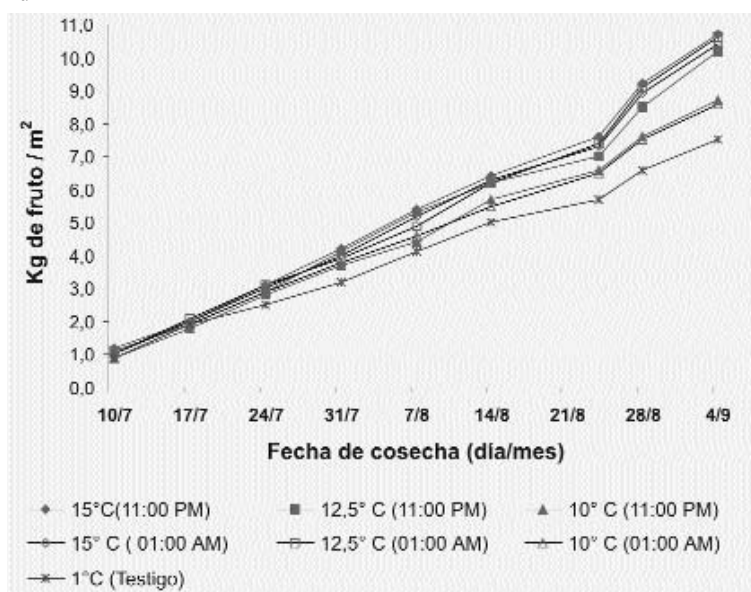
Debido a la importancia que revisten los factores señalados, tanto en términos cuantitativos (rendimiento del cultivo, costos de las mallas) como cualitativos (rajado de frutos, podredumbre apical) se evaluó el comportamiento fisiológico y productivo al no usar malla de sombreo, usando solo en parte del techo del invernadero o con todo el techo cubierto por las mallas. Los trabajos fueron realizados en Córdoba en invernaderos, orientados en sentido norte-sur, del tipo capilla modificado, de 170 m² de superficie cubierta cada uno (Figura 5). El experimento comprendió 200 días desde el transplante realizado en agosto, en donde se evaluó media sombra en todo el techo y colocada externamente, tanto en la vertiente este como oeste (E-O), sobre vertiente este (E), sobre vertiente oeste (O) y sin malla (T). La malla utilizada fue de color negro con un 33% de índice de obstrucción. En la Tabla 2 se observa el comportamiento del cultivo medido en términos de algunos parámetros. El potencial hídrico promedio medido al medio día, evidencia un mayor grado de estrés en el cultivo sin media sombra (T) en tanto la utilización de media sombra en todo el techo (E-O) tuvo el mayor potencial hídrico. Los menores potenciales hídricos en invernadero sin sombreo pueden haber causado una menor expansión foliar. Los valores inferiores de área foliar

específica alcanzado en T en comparación con los invernaderos con pantalla de sombreo corroborarían esta presunción. El mayor alargamiento de los entrenudos en los tratamientos con sombreo evidencia la respuesta a los menores regímenes lumínicos y se traduce en diferencias de altura final de las plantas. Los invernaderos sin sombreo resultaron con un menor número de frutos establecidos, aunque por compensación y conjuntamente con un mayor nivel de luz fue el que presentó el mayor tamaño promedio de frutos (Tabla 2). Medidos en términos de rendimiento final la utilización de malla de sombreo solamente en la mitad oeste de los techos (O) resultó en un incremento del rendimiento de casi 4,5 kg/m² comparado con la utilización completa de media sombra. (Figura 6). Estos resultados indican claramente la conveniencia de no incurrir en mayores costos por el uso de media sombra en todo el techo, que a su vez agrava el resultado económico al disminuir drásticamente los rendimientos del cultivo.

CONCLUSIONES

La producción de tomate en invernadero en el país tradicionalmente tuvo como principal destino el mercado interno. Las opciones de innovación tecnológica, a diferencia de otros países del hemisferio norte, deben ser convenientes a la realidad local debido a que la rentabilidad de las empresas está determinada por la oferta y

● Figura 3. Rendimiento acumulado de tomate cultivado en invernadero bajo diferentes pautas de calefacción nocturna



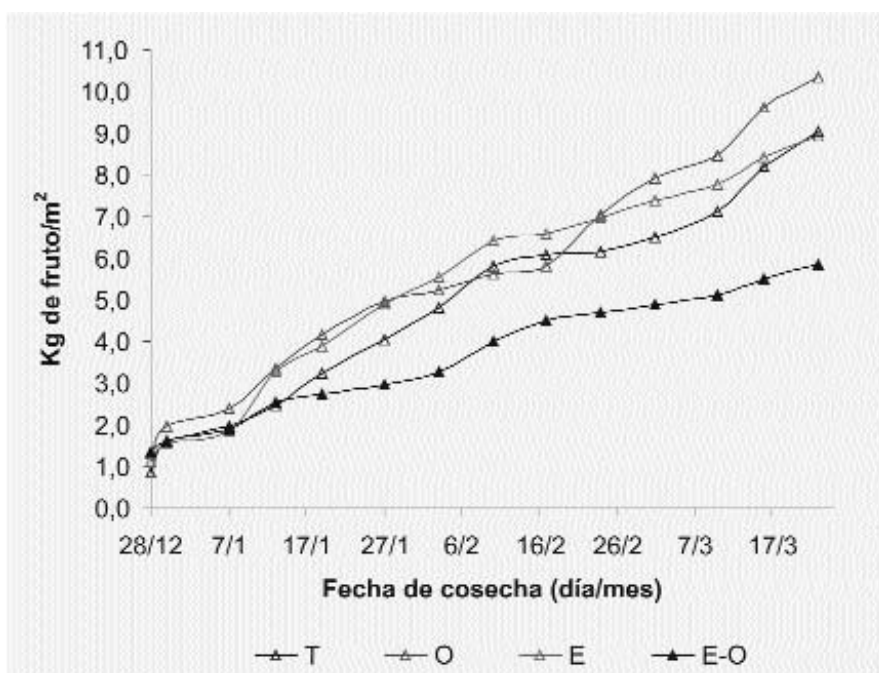
- Figura 4. Quemado de frutos o 'blossom end rot'. Desorden fisiológico del cultivo de tomate bajo invernadero de gran importancia durante períodos de altas temperaturas



- Figura 5. Invernaderos de tipo capilla modificados en Córdoba en los cuales se efectuaron los estudios sobre sombreo



- Figura 6. Rendimiento acumulado de tomate cultivado en invernadero bajo diferentes pautas de sombreo



demanda a nivel nacional. El problema que representan las temperaturas extremas en estos sistemas intensivos de producción son causa de alteraciones morfológicas, desórdenes fisiológicos y finalmente disminución en los rendimientos y calidad del tomate. Entre las alternativas para modificar esta situación, sin incurrir en importantes costos de producción,

se encuentra para el caso de temperatura bajas la calefacción a 12,5° solo en las primeras horas de la noche y luego lucha contra helada si fuera necesario. Y en el caso de temperaturas altas, la utilización parcial de media sombra en la vertiente oeste de los techos para el caso de invernaderos orientados en sentido norte-sur. ●

Bibliografía

- Bouzo, C.A.; Pilatti, R.A. (2003) Efecto de diferentes disposiciones de pantallas de sombreo sobre tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). F.A.V.E. (enviado para publicación).
- Gariglio, N.F.; Pilatti, R.A.; Grenón, D.A. 1994. InverSim: Modelo para simular las necesidades de calefacción y ventilación en invernaderos. Libro de Resúmenes XVII Congreso Argentino de Horticultura, p. 22.
- Pilatti, R.A. 1998. El enrollamiento foliar inducido por bajas temperaturas y su relación con la producción de cultivos de tomate en invernaderos. F.A.V.E. 12:43-48.
- Pilatti, R.A.; Buyatti, M.A. 2002. Efecto de la calefacción nocturna y de su duración sobre la producción de un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. 17(3):457-462.