



# PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE TOMATE Y SU IMPACTO SOBRE EL RENDIMIENTO

Dra. Cecilia Berrueta<sup>1</sup>, Ing. Agr. Leandro Martinelli<sup>1</sup>,  
Dr. Gustavo Giménez<sup>1</sup>, Dr. Santiago Dogliotti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Producción Hortícola - INIA

<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía - Udelar

En este artículo aportamos información sobre la calidad del plantín y su impacto sobre el rendimiento de tomate en invernáculo, proveniente de dos estudios recientes al respecto. Se aportan recomendaciones de manejo concretas para el manejo del vivero y el trasplante para cada tipo de ciclo.

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país la producción de plantines de tomate se realiza en condiciones muy diferentes de acuerdo a la zona (sur y norte) y ciclo de producción (estival, otoñal o invernal), frecuentemente con niveles sub-óptimos de radiación y temperatura. La temperatura óptima para la germinación de semillas de tomate es de 25°C y para el crecimiento inicial de plántula, temperaturas diurnas entre 18 y 24°C y nocturnas entre 17 y 19°C son ideales.

La humedad relativa ambiente debe superar el 40%. La planta ideal de tomate para el trasplante debe tener entre 15 y 16 cm de alto y 100 g de peso sin incluir las raíces. Además, la planta debe ser tan ancha como alta y debe ser trasplantada antes de que aparezca el primer racimo (Heuvelink, 2005). Diversas técnicas de producción de plantas pueden afectar el plantín producido. Algunas de ellas son: calidad de la semilla, tipo de almaciguera, calidad del sustrato, manejo del microclima del vivero (uso de mallas de sombreado o térmicas, encalado, etc).

La baja radiación, el estrés térmico, las carencias de agua y nutrientes y el excesivo endurecimiento durante la producción de plantines afecta negativamente el rendimiento de los cultivos y provoca atrasos en la cosecha (Melton and Dufault, 1991). En nuestros sistemas de producción de tomate bajo invernáculo, se desconoce el impacto que tiene la calidad del plantín sobre el rendimiento del tomate y bajo qué condiciones adquiere una mayor relevancia.

En este artículo aportaremos información sobre la calidad del plantín y su impacto sobre el rendimiento de tomate en invernáculo proveniente de dos estudios recientes. El primero es un estudio de brechas de rendimiento, cuya metodología y principales resultados se detallan en Berrueta *et al.* (2019) y el segundo son los resultados del estudio de suplementación lumínica LED para la producción de plantines de tomate y su efecto sobre la calidad del plantín y la productividad del cultivo.

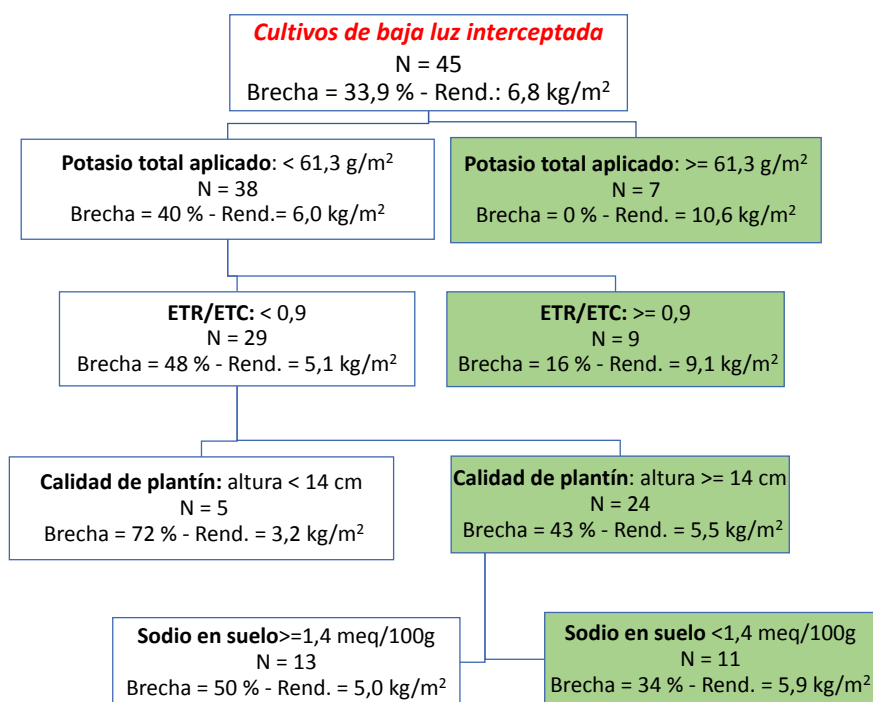
### RELEVAMIENTO DE LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL PLANTÍN SOBRE EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS DE TOMATE EN EL SUR DEL PAÍS

A partir de estudios de brechas de rendimiento en tomate en invernáculo para la región sur de Uruguay (basados en una muestra de 110 cultivos entre 2014 y 2016) se concluyó que la altura del plantín tiene gran

En los cultivos de tomate que se desarrollan en otoño, la altura del plantín tiene gran importancia para explicar la variabilidad de rendimientos.

importancia para explicar la variabilidad de rendimientos en los cultivos de tomate que se desarrollan en otoño (trasplantados desde el 1° de enero y ciclo de hasta 200 días). Los plantines con más de 14 cm de altura rindieron en promedio 2.3 kg/m<sup>2</sup> más que los plantines de menor tamaño (Figura 1).

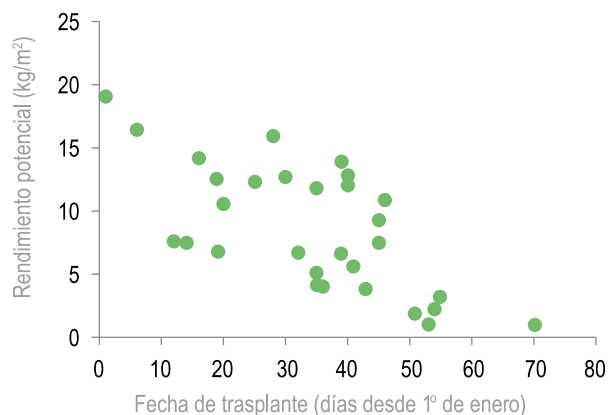
La altura de los plantines se correlacionó positivamente con el diámetro de tallo a la base y el ancho de planta, lo que indica mayor materia seca de planta al trasplante. En los análisis realizados se observó además que este factor fue priorizado para los cultivos de otoño, en los que parece ser una limitante para el rendimiento. En los ciclos de primavera o verano también tiene importancia, pero no fue jerarquizado en comparación con otros factores limitantes y reductores del rendimiento.



**Figura 1** - Árbol de regresión que describe la brecha de rendimiento relativa (expresada como fracción del rendimiento alcanzable) para 45 cultivos de tomate con baja radiación acumulada interceptada (promedio 439 MJ/m<sup>2</sup>), 67 % cultivos de otoño. Las cajas incluyen la variable que dividió al grupo, el valor umbral de la separación, el rendimiento y la brecha de rendimiento promedio del grupo y el número de casos (N).

ETR/ETC: Evapotranspiración real/Evapotranspiración potencial y representa el bienestar hídrico del cultivo. ETR/ETC=1 es el óptimo. Valores inferiores indican déficit hídrico.

Si analizamos el rendimiento potencial (rendimiento de un cultivar sin limitaciones de agua y nutrientes, con plagas, enfermedades y malezas controladas de forma efectiva, definido en base a modelo de crecimiento de tomate (Berrueta *et al.*, 2020)) de los cultivos de otoño en relación a la fecha de trasplante (Figura 2), se observa una fuerte caída del rendimiento que potencialmente se puede alcanzar al atrasarse la fecha de trasplante desde el 1° de enero.



**Figura 2** - Rendimiento potencial según fecha de trasplante para 30 cultivos de otoño durante la zafra 2014/15 y 2015/16.

Anticipar el trasplante del ciclo de otoño permite incrementar el número de racimos que pueden ser cosechados en un ciclo de crecimiento limitado por las condiciones ambientales de reducción de la radiación y la temperatura que ocurren en otoño. Sin embargo, es posible que plantar un plantín más desarrollado contrarreste el efecto del atraso en la fecha de trasplante e incluso pueda amortiguar el impacto negativo de estos atrasos. Plantar un plantín con mayor crecimiento, con más hojas y más materia seca ocasiona una floración más temprana, lo que contribuye a aumentar principalmente el rendimiento precoz (Atherton y Harris, 1986) y aprovechar el período de más luminosidad, antes de ingresar al otoño-invierno.

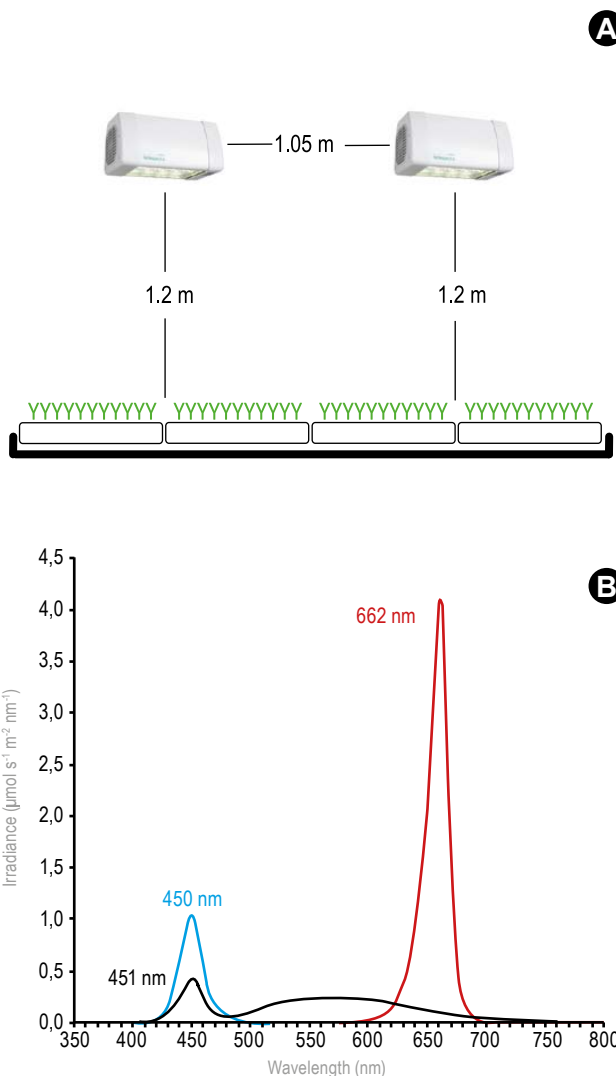
### EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN LUMÍNICA SOBRE LA CALIDAD DEL PLANTÍN Y EL RENDIMIENTO PRECOZ

Se realizaron dos ensayos de suplementación lumínica LED en plantines de tomate, para analizar su efecto

Plantar un plantín de mayor porte para el ciclo de otoño puede aumentar el rendimiento precoz, aprovechando la mayor luminosidad antes del otoño-invierno.

sobre la calidad del plantín y la productividad del cultivo. Los experimentos se llevaron a cabo en invierno-primavera del 2018 y verano-otoño del 2019, cada uno se dividió en dos etapas: producción de plantines y cultivo de ciclo corto en invernáculo luego del trasplante. El tratamiento de suplementación lumínica (280  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  a nivel de canopia) fue aplicado en la etapa de plantín (Figura 3).

Los ensayos se sembraron la tercera semana de julio y diciembre, respectivamente. Se evaluaron tanto variables de crecimiento (peso fresco y seco de tallo y hojas, diámetro de tallo, altura, longitud del hipocótilo, área foliar) como el desarrollo reproductivo de los plantines (momento de diferenciación del primer racimo). Luego del trasplante se evaluó semanalmente el número de frutos, peso fresco de frutos y rendimiento total por racimo.



**Figura 3** - Disposición de las consolas LED en el vivero (A) y espectro de radiación utilizado (B).

**Cuadro 1** - Variables de crecimiento de plantín ( $\pm$  error estándar) con y sin suplementación lumínica en plantines producidos en invierno-primavera 2018 (1) y verano-otoño 2019 (2).

Ciclo	DDS <sup>1</sup>	Tratamiento <sup>2</sup>	Peso seco tallo (mg)	Peso seco hoja (mg)	Peso seco total (mg)	Altura (cm)	Diámetro a la base (mm)	Long. Hipocótilo (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Área foliar Específica (cm <sup>2</sup> /g)
1	43	SL	150 $\pm$ 28	279 $\pm$ 45	429 $\pm$ 72	11.7 $\pm$ 1.1	4.1 $\pm$ 0.5	3.7 $\pm$ 0.4	46 $\pm$ 11	162 $\pm$ 24
	43	Testigo	129 $\pm$ 23	214 $\pm$ 39	343 $\pm$ 58	13.6 $\pm$ 1.0	3.7 $\pm$ 0.3	4.5 $\pm$ 0.5	53 $\pm$ 6	251 $\pm$ 34
2	28	SL	312 $\pm$ 33	453 $\pm$ 51	766 $\pm$ 82	29.9 $\pm$ 2.2	4.8 $\pm$ 0.3	3.9 $\pm$ 0.7	109 $\pm$ 13	242 $\pm$ 24
	28	Testigo	284 $\pm$ 50	284 $\pm$ 46	568 $\pm$ 92	37.2 $\pm$ 4.0	4.5 $\pm$ 0.3	4.8 $\pm$ 0.3	126 $\pm$ 17	444 $\pm$ 41

<sup>1</sup>DDS: días después de la siembra.

<sup>2</sup>SL (con suplementación lumínica), Testigo (sin suplementación lumínica).

Los resultados demuestran que el tratamiento de suplementación lumínica mejora la calidad de plantín, y de esta manera se logró adelantar la formación del primer racimo en ambos ciclos. En ambos ensayos, la suplementación lumínica incrementó el diámetro de tallo, peso seco de hojas y peso seco total del plantín (Cuadro 1).

A su vez, disminuyó la altura de plantín, longitud de hipocótilo, área foliar y área foliar específica (Cuadro 1). El adelantamiento en la diferenciación de la primera inflorescencia respecto al control fue acompañado de un menor número de hojas desarrolladas hasta ese momento.

Los plantines suplementados con luz artificial presentaron menor altura, pero mayor diámetro de tallo, alcanzando mayor materia seca que el testigo. La mayor diferencia se observó en el peso de hojas. Cuando hablamos de calidad de plantín, si bien es importante trasplantar una planta con una altura adecuada, es fundamental que esa altura sea acompañada de un aumento en materia seca ya que la diferenciación del primer racimo está determinada por la disponibilidad de asimilados en la planta (Heuvelink, 2005). Es recomendable trasplantar un plantín de mayor peso y más grande pero equilibrado en la relación largo y ancho (Atherton y Harris, 1986).

La cantidad de días adelantados en la diferenciación del primer racimo de los plantines suplementados fue de cinco días en invierno-primavera y al menos 17 días en verano-otoño. En el caso del ensayo de verano-otoño, ese adelantamiento fue suficiente para aumentar 103% el rendimiento en la primera cosecha.



Foto: Leandro Martinelli

**Figura 4** - El estudio incluyó la evaluación semanal del número de frutos, peso fresco de frutos y rendimiento total por racimo.

La suplementación lumínica mejoró la calidad de plantín, y de esta manera se logró adelantar la formación del primer racimo en ambos ciclos.

**Cuadro 2** - Rendimiento precoz (primeras 4 cosechas) y total obtenido en el ciclo corto de invierno-primavera y verano-otoño según tratamiento aplicado.

Ciclo	DPT <sup>1</sup>	Tratamiento	Número frutos/m <sup>2</sup>	Peso de fruto (g)	Rendimiento precoz (kg/m <sup>2</sup> )	Rendimiento total (kg/m <sup>2</sup> )	
						SL	Testigo
Invierno-primavera	79	SL	0.8	125	0.14	11.56	11.54
		Testigo	0.4	113	0.09		
	84	SL	5.0	182	0.90		
		Testigo	3.4	210	0.71		
	92	SL	2.3	142	0.33		
		Testigo	2.9	160	0.47		
99	SL	4.1	158	0.66			
	Testigo	3.6	178	0.64			
Verano-otoño	72	SL	7.5 a <sup>2</sup>	206	1.56 a	13.09	12.60
		Testigo	3.7 b	208	0.77 b		
	80	SL	6.7	219	1.44		
		Testigo	5.6	231	1.28		
	87	SL	7.6	215	1.64		
		Testigo	7.8	236	1.85		
95	SL	9.2	235	2.16			
	Testigo	10.2	235	2.37			

<sup>1</sup>DPT: días post trasplante

<sup>2</sup>Para cada DPT, los valores dentro de una columna seguidos de diferentes letras son significativamente diferentes (p<0.05).

Esta diferencia está basada en la interacción temperatura/radiación sobre la disponibilidad de asimilados en el plantín. A partir de la segunda cosecha no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 2).

Si bien en los dos ensayos la radiación fotosintéticamente activa sobre los plantines suplementados fue el doble que el testigo, en invierno-primavera el testigo interceptó 9.4 mol/m<sup>2</sup>/d y en verano-otoño 7.7 mol/m<sup>2</sup>/d. La mayor luz interceptada por los plantines en invierno-primavera a pesar de que la radiación incidente es menor que en verano-otoño, se debe a la diferencia en la transmisividad de la radiación incidente del invernáculo (32% en invierno y 13% en verano) ocasionada por el uso de mallas de sombreo densas en la producción de plantines de verano. Esto demuestra la importancia

tanto de la calidad y mantenimiento del polietileno de cobertura del invernáculo como de la estructura que lo soporta, así como el uso de materiales de sombreo o protección térmica, los que tienen una influencia determinante en la transmisividad de la radiación incidente y por ende en la diferenciación de flores y el rendimiento precoz.

Si se toma en cuenta que la radiación fotosintéticamente activa promedio en Las Brujas de los últimos 10 años para el período en que se realizaron los ensayos fue de 9.2 mol/m<sup>2</sup>/d en invierno y 8.8 mol/m<sup>2</sup>/d en verano (considerando las transmisividades medidas en los ensayos), la mejor estrategia para producir plantines de calidad sería incrementar la radiación en ambos ciclos y aumentar la temperatura en invierno y disminuirla en verano. Si bien la suplementación de luz tuvo efectos positivos en la calidad del plantín y producción del cultivo, todavía puede ser costoso su utilización en nuestras condiciones, por lo que se hace énfasis en otros manejos.

#### RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y TRASPLANTES

- Asegurar buena luminosidad durante la producción de plantines a la vez de reducir el estrés térmico (temperaturas bajas en invierno o altas en verano).

La mejor estrategia para producir plantines de calidad sería incrementar la luminosidad en ambos ciclos, a la vez de aumentar la temperatura en invierno y disminuirla en verano.

Hay margen para mejorar el ambiente dentro de los viveros y así mejorar la calidad del plantín.

Hay margen de mejora en las estructuras que permitan mejorar el microclima:

- Aumentar la temperatura y maximizar la luminosidad en la producción invernal de plantines.

- Reducir la temperatura, por ejemplo con uso de riego por microaspersión o foggers, a la vez de reducir el sombreo provocado por las mallas en la producción estival de plantines.

- Otras prácticas mencionadas en la bibliografía son: utilizar bandejas con mayor volumen de celda, utilizar sustratos de buena calidad y desinfectados, inocular con microorganismos promotores del crecimiento, asegurar riegos adecuados y uniformes, entre otras.

- Para el ciclo de otoño, se recomienda realizar trasplantes tempranos (a fines de enero o principio de febrero) para obtener mayor rendimiento en ese ciclo. Además, es recomendable utilizar plantines de mayor peso seco al trasplante (mayor a 14 cm de altura, mayor a 100 g sin incluir raíces).

**Estas técnicas contribuyen a mejorar la calidad del plantín, lo cual tiene impacto directo sobre el rendimiento del cultivo.**

#### BIBLIOGRAFÍA

Atherton, J.G., Harris, G.P., 1986. Flowering, en: Atherton, J.G., Rudich, J. (Eds.), *The tomato crop. A scientific basis for improvement*. Chapman and Hall Ltd., London, pp. 167-194.

Berrueta, C., Borges, A., Giménez, G., Sentanaro, G., Lammers, M., Reherrmann, F., Soust, G., Rieppi, M., Dogliotti, S., 2019. La producción de tomate bajo invernáculo en el sur de Uruguay: caminos para reducir las brechas de rendimiento. *Revista INIA* No. 58. Pp. 28-33.

Berrueta, C., Heuvelink, E., Giménez, G., Dogliotti, S., 2020. Estimation of tomato yield gaps for greenhouse in Uruguay. *Sci. Hortic.* 265, 109250.

Melton, R.R., Dufault, R.J., 1991. Tomato seedling growth, earliness, yield, and quality following pretransplant nutritional conditioning and low temperatures. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 116, 421-425.

Heuvelink, E. 2005. Tomatoes. *Crop Production in Horticulture* No 13. CABI Publishing. Pp. 339.



**Figura 5 - A)** Ensayo de plantines en invernáculo y **B)** suplementación lumínica.