

RELACION DEL RENDIMIENTO CON PARAMETROS BIOCLIMATICOS EN PLANTAS DE TOMATE DEFOLIADAS Y SIN DEFOLIAR¹

Susana MARTINEZ^{2*}, Mariana GARBI^{2*}, Marcelo ASBORNO^{2*}, Miguel ARTURI^{3*},
María Cecilia GRIMALDI^{2*}

RESUMEN

Con el objetivo de cuantificar la influencia de los parámetros bioclimáticos que más inciden en el rendimiento de plantas de tomate defoliadas y sin defoliar se condujeron durante dos años, ensayos en invernáculo en La Plata, Argentina (34°58'S, 57° 54'W). El híbrido utilizado fue Diva (Rogers Seed Co.) y se realizaron dos tratamientos: testigo sin defoliar y plantas defoliadas. Dentro del invernáculo se registraron radiación global y temperatura, calculándose los grados día. Los resultados fueron analizados aplicando el método de regresión lineal múltiple "Stepwise" tomándose como variables independientes la temperatura media acumulada, grados día acumulados, temperatura máxima media, temperatura mínima media y la radiación acumulada semanalmente desde el trasplante hasta cada período de cosecha considerado. La variable dependiente fue el rendimiento total acumulado. Los grados día acumulados y la temperatura mínima fueron las variables que mejor se complementaron para explicar el rendimiento en los dos tratamientos realizados en ambas campañas. Las diferencias surgidas a partir del planteo de las ecuaciones, se manifiestan entre años de cultivo y no entre tratamientos de defoliación.

Palabras clave: temperatura, radiación, grados día.

INTRODUCCION

Cada vez es más generalizado el uso de invernáculos sin calefacción para la producción de cultivos hortícolas. Bajo estas condiciones es necesario conocer las características del ambiente local y las modificaciones producidas por las coberturas plásticas, para cuantificar la respuesta del rendimiento de los cultivos frente a esta alternativa de conducción y aprovechar el potencial que estas estructuras poseen para mejorar la producción en cantidad y calidad.

* ex aequo

¹ Proyecto Bioclimatología Aplicada a Cultivos Hortícolas Bajo Cobertura Plástica.

² Climatología y Fenología Agrícolas. FCAyF. UNLP. CC 31 (1900) La Plata, ARGENTINA.
smart@ceres.agro.unlp.edu.ar

³ Genética y Mejoramiento Animal y Vegetal. Director del Proyecto.

Entre los factores ambientales, el manejo de la temperatura es prioritario sobre otros factores de crecimiento como humedad o concentración de dióxido de carbono (De Koning, 1990).

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una hortaliza de origen subtropical con una elevada exigencia en temperaturas (Tesi, 1983). La temperatura influye en todos los procesos biológicos de la planta y se requiere una cierta acumulación de calor, a partir del cero vegetativo, para completar cada fase del ciclo de vida, hasta alcanzar la constante térmica, comúnmente expresada como grados días. Este valor requerido para satisfacer determinado estado fisiológico es considerado constante e independiente de la localidad y época de cultivo (Torres Ruiz, 1995; Lozada, 1997).

Asimismo, el rendimiento y el contenido en materia seca de los frutos se ven aumentados cuando la intensidad lumínica es mayor (Yanagi et al., 1994; Heuvelink, 1995; Ho, 1996), existiendo una correlación positiva y elevada entre el rendimiento total y la radiación fotosintéticamente activa (Mc Avoy et al., 1989).

Bajo las condiciones de un cultivo comercial, el tomate posee una cantidad excesiva de hojas respecto a los destinos que debe satisfacer (Tanaka y Fujita, 1974). Las mismas podrían actuar sombreando otras fuentes, lo que reduciría su efectividad y el establecimiento de frutos (Leopold et al., 1952). Las plantas sometidas a tratamiento de poda de hoja aumentan su producción por cada unidad de radiación disponible (Martínez, et al., 1998).

El objetivo de este trabajo es cuantificar la influencia de los parámetros bioclimáticos que más influyen en el rendimiento de plantas de tomate defoliadas y sin defoliar dentro de un invernáculo en La Plata (Argentina).

MATERIALES Y METODO

Los ensayos se condujeron en primavera-verano durante dos campañas en La Plata, Argentina). El híbrido utilizado fue DIVA (Rogers Seed Co.) de hábito de crecimiento indeterminado, con 3 hojas entre racimos. Las plántulas con dos hojas verdaderas, se transplantaron a un invernáculo tipo parabólico de polietileno LTD de 150 μm y orientado de este a oeste. El suelo de cultivo, tipo argiudol vértico fue esterilizado con bromuro de metilo y cubierto con mulch negro de 50 μm . La plantación se hizo a 0.40 x 1.20 m, a una hilera y fertirrigado a goteo. El cultivo se condujo a un tallo con hilo, desbrotándose semanalmente y eliminando las hojas basales; el raleo fue definido a 5 frutos por racimo.

Se realizaron dos tratamientos: (T) testigo sin defoliar y (P) plantas defoliadas. Esta práctica consistió en la poda de la tercera hoja entre racimos (la inmediatamente inferior al racimo) y fue realizada hasta el estrato ubicado entre el cuarto y el quinto racimo. Cada estrato está constituido por las tres hojas presentes entre dos racimos contiguos (Fig. 1). El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones.

Tanto la radiación global como la temperatura dentro del invernáculo fueron registradas desde el trasplante hasta el final del ciclo productivo del cultivo. La radiación global se midió con un piranógrafo de Robitzsch con fajas de recambio diario. La temperatura se computó con un equipo recopilador de datos electrónico Equidata RDIII con sensores PT-100 de Pt, protegidos de la radiación y colocados en columnas termométricas a 1.50 m. Con los datos obtenidos se calcularon los grados día (GD) por el método residual de Brown (1969).

Los resultados fueron analizados aplicando el método de regresión lineal múltiple “Stepwise” para evaluar la relación entre los parámetros bioclimáticos y el rendimiento, seleccionando el más representativo a través del coeficiente de determinación (R^2). Se consideraron como variables independientes: temperatura media acumulada (TMA), grados día (GDA), temperatura máxima media (Tmax), temperatura mínima media (Tmin) y la radiación acumulada (RA) semanalmente desde el trasplante hasta cada período de cosecha considerado. La variable dependiente fue el rendimiento total acumulado (Kg/planta).

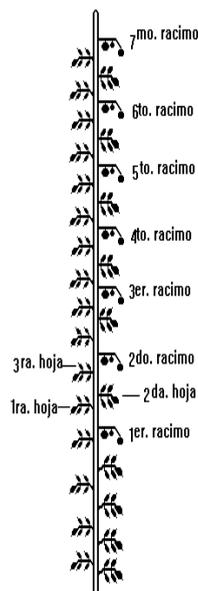


Figura 1: Esquema de planta de tomate de crecimiento indeterminado

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio y acumulados de las variables independientes y el rendimiento para ambos años de ensayo.

Tabla 1: Valores promedio de Tmax. y Tmin y acumulados de T media, GDA, RA y rendimientos (ReA) para los años de ensayo

	Año 1	Año 2
TMA(°C)	3034.8	2026.9
Tmax.(°C)	25.81	43.71
Tmin.(°C)	14.58	12.94
GDA	2050.35	1412.8
RA (MJ/m ²)	2156.47	1679.29
ReA testigo (Kg/planta)	4012.72	4440,1
ReA poda (Kg/planta)	5075,65	4719.78

Año 1: En la Tabla 2, para una mejor comprensión, se consideraron entre todas las variables independientes analizadas, aquellas que mejor explicaron el rendimiento en los diferentes tratamientos. Las mismas fueron GDA y Tmin tanto en las plantas testigo como en las podadas. De los resultados observados surge que la adición de la segunda variable provocó un aumento en el coeficiente de determinación R² que fue estadísticamente significativo (p< 0,05) planteándose las siguientes ecuaciones:

$$\text{Rendimiento Testigo (1)} = - 1587,41 + 2.81336 \text{ GDA}$$

$$\text{Rendimiento Testigo (1)} = - 9920.93 + 1.80862 \text{ GDA} + 676.807 \text{ Tmin.}$$

$$\text{Rendimiento Poda (1)} = - 2245.56 + 3.649443 \text{ GDA}$$

$$\text{Rendimiento Poda (1)} = - 10724.7 + 2.62713 \text{ GDA} + 688.637 \text{ Tmin.}$$

Año 2: Como surge de los resultados expuestos en la Tabla 3, el rendimiento estuvo explicado por las mismas variables que en el año 1, observándose que en el testigo no existe diferencia entre el uso de GDA únicamente o la adición de la Tmin al cálculo. Para este caso las ecuaciones resultantes fueron:

$$\text{Rendimiento Testigo (2)} = - 2677.56 + 4.91736 \text{ GDA}$$

$$\text{Rendimiento Testigo (2)} = 10616.2 + 7.12557 \text{ GDA} - 1185.52 \text{ Tmin.}$$

$$\text{Rendimiento Poda (2)} = - 2824.97 + 5.08499 \text{ GDA}$$

$$\text{Rendimiento Poda (2)} = 13684.4 + 7.82734 \text{ GDA} - 1472.28 \text{ Tmin.}$$

Tabla 2: Análisis de regresión para cada tratamiento en el año 1

Variables	Testigo			Poda		
	Coeficiente	t	R ²	Coeficiente	t	R ²
Constante	-1587.41	-3.93	0.945	-2245.56	-6.13	0.972
GDA	2.81336	11.05		3.64943	15.71	
Constante	-9920.93	-4.03	0.9815*	-10724.7	-6.57	0.995*
GDA	1.80862	5.38		2.62713	11.79	
Tmin.	676.807	3.40		688.637	5.22	

Tabla 3: Análisis de regresión para cada tratamiento en el año 2

Variables	Testigo			Poda		
	Coeficiente	t	R ²	Coeficiente	t	R ²
Constante	-2677.56	-5.24	0.9267	-2824.97	-5.40	0.928
GDA	4.91736	9.41		5.08499	9.50	
Constante	10616.2	1.56	0.9553ns	13684.4	2.35	0.9693*
GDA	7.12557	5.89		7.82734	7.55	
Tmin.	-1185.52	-1.96		-1472.28	-2.84	

ns: no significativo al nivel del 5%, *significativo al nivel del 5%. En ambos casos respecto al empleo de una sola variable independiente

Como se deduce de las ecuaciones calculadas, la discrepancia en la determinación del rendimiento se presenta entre años de cultivo y no entre los tratamientos de defoliación realizados. Esto podría deberse a que las condiciones ambientales fueron marcadamente diferentes en ambos ciclos; confirmado por los valores de temperatura alcanzados en ambas campañas. La duración de cada subperíodo está ligada a la misma a través del cómputo de la acumulación calórica, estimada por la integral térmica (GDA) que debe mantenerse a niveles apropiados para alcanzar la máxima producción (Seginer et al., 1994; Martínez et al., 1998).

La inclusión de la temperatura mínima diaria como segunda variable de importancia en la determinación del rendimiento final concuerda con estudios desarrollados por Vertlodt et al. (1984) quienes atribuyen a las bajas temperaturas efectos sobre la producción final. Debe señalarse, no obstante, que la temperatura mínima considerada como única variable alcanzó escasa significación en nuestro estudio.

CONCLUSION

Los GDA y la Tmin. fueron las variables que mejor se complementaron para explicar el rendimiento en los dos tratamientos realizados en ambas campañas. En vista de las diferencias halladas entre años sería conveniente continuar con este tipo de análisis incluyendo otros híbridos de importancia comercial en la zona de estudio y más años de ensayo.

BIBLIOGRAFIA

1. BROWN, D. M. Heat unit for corn in southern Ontario. Ontario Depart. Of Agric. and Food. Canada. 1969.
2. De KONING, A. N. M. Long term temperature integration of tomato. Growth and development under alternating temperature regimes. **Scientia Horticulturae** 45, 117-27. 1990.
3. HEUVELINK, E. Effect of temperature on biomass allocation in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Physiologia Plantarum* 94: 447-452. 1995.
4. HO, L. C. The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit relation to the quality and yield of tomato. *Journal of Experimental Botany* (49) special issue, 1239-1245. 1996.
5. LEOPOLD, A. C.; SCOTT F. Physiological factors in tomato fruitset. *American Journal of Botany* (39) :310-317. 1952.
6. LOZADA, B.; ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento do milho. *Anales X Congresso Brasileiro de Agrometeorología*. P 9-11. Piracicaba. Brasil. 1997.
7. MARTINEZ, S.; ASBORNO, M.; GARBI, M. y GRIMALDI, C. Uso de la radiación global disponible por plantas de tomate defoliadas. IX Congreso Latino-Americano de Horticultura. XLIX Congreso Agronómico de Chile. Guía de Resúmenes: 85. 1998.
8. MARTINEZ, S.; GARBI, M.; ETCHEVERS, P. y GRIMALDI, M.C. Estimación de la acumulación calórica de cultivares de tomate larga vida para zonas de clima templado. *Agrícola Vergel*. Año XVII. Núm. 204: 686-689. 1998.
9. McAVOY, R. J. ; JANES, W.; GODFRIAUX, B.; SECKS, M.; DUCHAI, D. y WITTMAN, W. K.. The effect of total available photosynthetic photon flux on single truss tomato growth and production. *Journal of Horticultural Science* 64 (3) 331-338. 1989.
10. SEGNER, I.; GARY, C. and TCHAMITCHIAN, M. Optimal temperature regimes for greenhouse crop with a carbohydrate pool: A modelling study. *Scientia Horticulturae* 60: 55-80. 1994.

11. TANAKA, A. y FUJITA, K. Nutrio-physiological studies on the tomato plant IV. Source –sink relationship and structure of the source-sink unit. *Soil Science and Plant Nutrition* 20: 305-315. 1974.
12. TESI, R. Influenza dei bassi regimi termici nelle colture di pomodoro e zucchini. *Colture Protette*. Anno XII, N 6. 1983.
13. TORRES RUIZ, E. Relación de la temperatura con los cultivos agrícolas. In: *Agrometeorología*. Ed : Trillas. México. 154 pp. 1995.
14. VERDLODT, H.; BAETEN, S. Relation entre production et facteurs de l`environnement pour une culture de tomate conduite sous differents types de serres plastiques. *Acta Horticulturae* 154: 209-213. 1984.
15. YANAGI, T.; UEDA, Y.; U.; SATO, H.; HIRAI, H.; ODA, Y.. Effects of shading and fruit set order on fruit quality in single truss tomato. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64 (2) : 291-297. 1995