

Número de racimos y la sostenibilidad económica del tomate bajo condiciones semicontroladas

Bunches number and economic sustainability of tomato under semi-controlled conditions

Olver Suárez¹, Alejandro Hurtado-Salazar^{2*}, Nelson Ceballos-Aguirre²

Recibido para publicación: Agosto 1 de 2017 - Aceptado para publicación: Noviembre 23 de 2017

RESUMEN

Estudios relacionados con la productividad del tomate respecto a la relación entre la eliminación de racimos y su sostenibilidad económica son escasos. El presente estudio se realizó con el fin de evaluar el efecto del número de racimos sobre el rendimiento, calidad y rentabilidad del cultivo de tomate híbrido Torrano® bajo condiciones semicontroladas en dos invernaderos de 12m x 40m (480 m²). Éste se llevó a cabo en la granja Tesorito, propiedad de la Universidad de Caldas, Manizales bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro despuntes: 6; 8 y 10 racimos/planta y sin despunte con crecimiento indeterminado, cada tratamiento contó con seis repeticiones y la unidad experimental fue de cinco plantas. Se evaluó la calidad tamaño del fruto y el rendimiento por planta y por hectárea. Las plantas sin poda con crecimiento indeterminado mostraron los valores más altos en las diferentes calidades de la fruta como primera, segunda, tercera y el rendimiento total con valores de 2236, 1666, 750 y 6883 g/planta respectivamente. Igualmente genero los ingresos netos más altos con USD\$ 27.241 ha/ciclo, sin embargo en términos porcentuales la calidad aumenta a medida que se disminuye el número de racimos por planta. Por tanto, se concluye que no se debe realizar podas de racimos en tomate híbrido Torrano® bajo condiciones semicontroladas en la zona de estudio.

Palabras clave: Pruning, quality of the fruit, cost of production, pruning.

ABSTRACT

Studies related to tomato productivity regarding the relationship between the elimination of flower clusters and their economic sustainability are scarce. The present study was conducted in order to evaluate the effect of the number of bunches on the yield, quality and profitability of the Torrano® hybrid tomato crop under semi-controlled conditions in greenhouses of 12m x 40m (480 m²) for a total area of 960 m². This was carried out in the Tesorito farm, property of the University of Caldas, Manizales under a design of complete blocks at random with four cut: 6; 8 and 10 bunches / plant and without cut with indeterminate growth, each treatment had six repetitions and the experimental unit was five plants. The quality of the fruit and the yield per plant and per hectare were evaluated. The plants without pruning with indeterminate growth showed the highest values in the different qualities of the fruit like first, second, third and the total yield with values of 2236, 1666, 750 and 6883 g / plant respectively. Equally, genre higher net income with \$ 27,241 has / cycle, however in percentage terms quality increases as the number of bunches per plant is reduced. Therefore, it is concluded that clusters should not be pruned in Torrano® hybrid tomato under semicontrolled conditions in the study area.

Key words: Pruning, quality of the fruit, cost of production, pruning.

¹ Administrador de Empresas Agropecuarias. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manizales – Caldas, Colombia.

^{2*} Ph.D, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Calle 65 N° 26 -10, Apartado aéreo 275, Manizales – Caldas, Colombia. Correo alhuza@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La importancia de las hortalizas en la dieta humana se debe al hecho de que no sólo son fuente de carbohidratos y proteínas, sino también un excelente suministro de vitaminas y minerales. El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la principal hortaliza en volumen consumida in natura en el mundo, siendo una de las principales fuentes de licopeno, un importante compuesto antioxidante y anticancerígeno, además de fuente de ácidos (ácido acético, ácido láctico y ácido málico, Vitamina C y de rasgos de potasio, hierro y fósforo (Hachmann *et al.*, 2014; Monteiro *et al.*, 2008).

En el segmento de tomate de mesa, la calidad del fruto y la oferta en la temporada baja son factores que pueden garantizar el éxito de la producción (Guimarães *et al.*, 2007). Una de las formas de mejorar la calidad y apariencia del tomate es la adopción de técnicas adecuadas de manejo del cultivo (Herrera *et al.*, 2015).

El cultivo en ambiente protegido proporciona un aumento en los ingresos, así como la obtención de productos de mejor calidad (Arbelaez *et al.*, 2016). A través de este tipo de cultivo es posible reducir la estacionalidad de producción, además de posibilitar el control parcial de factores responsables por el crecimiento y desarrollo de las plantas (Hachmann *et al.*, 2014).

El cultivo dentro del ambiente debe aprovechar al máximo el área disponible, debido a los altos costos de instalación de las estructuras y al alto nivel tecnológico aplicado. Una forma de aumentar el aprovechamiento del área de cultivo es aumentar la densidad de plantación y las podas. Esta última práctica cultural, podría auxiliar la rentabilidad del cultivo, cambiando la participación de las calidades en la cosecha, y la disminución en la duración del cultivo para aumentar la rotación del mismo (Herrera *et al.*, 2015). Según Hoyos y Hurtado-Salazar (2017), cuando se realizan podas

en las plantas de forma general, y como es descrito en otras especies frutales (Mendonça y Mendeiros, 2011), es necesario el desbrote, para concentrar toda la energía en la floración, fructificación y mejorar la calidad del fruto. Para el cultivo de tomate el despunte es una práctica en la que se quita la yema apical de los renuevos. Esto limita el número de racimos por renuevos y permite el aumento del tamaño de los frutos remanentes (Machado *et al.*, 2007), principalmente en los racimos situados en el tercio superior de las plantas (Wamser *et al.*, 2007).

Estudios de la productividad del tomate respecto a la relación entre la eliminación de racimos y su sostenibilidad económica son escasos. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del número de racimos sobre la producción por planta y la sostenibilidad económica en el cultivo del tomate bajo condiciones semicontroladas en invernadero bajo control de los factores como riego y nutrición de las plantas..

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Granja Tesorito de la Universidad de Caldas, localizada en el municipio de Manizales, departamento de Caldas (Colombia); con altitud de 2.340 msnm, temperatura media anual de 17,5 °C, humedad relativa del 78%, precipitación anual de 2.000 mm, brillo solar de 1.473 horas año⁻¹ (Anuario Meteorológico Cafetero, 2012 y 2013) y suelos Andisoles derivados de cenizas volcánicas con textura francoarenosa ricos en materia orgánica.

Se empleó el tomate híbrido Torrano®. Se sembraron las semillas en bandejas de 128 lóculos. El sustrato empleado fue turba Klasman N° 3.

Dos días antes del trasplante las plántulas fueron sometidas a un proceso de endurecimiento del sistema radicular mediante estrés hídrico; una vez establecido en el invernadero el suelo se regó a capacidad de campo.

El trasplante se realizó 30 días después de realizado el semillero en dos módulos (invernaderos) de 12m x 40m (480 m²) para un área total de 960 m² con un “diseño en capilla a dos aguas” con una estructura hecha en guadua y una cubierta en plástico AgrocLEAR. Se utilizó acolchado plástico negro-negro como cobertura. Las distancias de siembra utilizadas fueron 1,2 m entre surcos y 0,4 m entre plantas para una densidad de población de 20.833 plantas por hectárea.

La fertilización fue convencional (edáfica) cada 20 días, adicionalmente, se realizó la aplicación de agua por el sistema de riego de acuerdo con lo reportado por Arbeláez *et al.* (2016). El tutorado de las plantas se realizó de sujetando un hilo de polipropileno (Ref. 1500 X 6000), a un extremo de la zona basal de la planta y la otra punta sujeta a un alambre situado a una altura de 2,2 m desde el suelo, esta labor (tutorado) se hizo en la semana número tres después del trasplante. A medida que la planta fue creciendo se guío el hilo tutor (semanalmente).

El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro tratamientos: 6, 8, 10 racimos y crecimiento indeterminado el cual se tuvo a libre crecimiento hasta la altura del alambre (2,2 m), cada tratamiento contó con seis repeticiones y la unidad experimental fue de cinco plantas.

Respecto a las labores culturales, la primera poda se efectuó a los 18 días después del trasplante, en adelante se realizó semanalmente. El deshoje bajero se realizó al iniciar el llenado del primer racimo de frutos, semanalmente se eliminaron las hojas bajera, hasta dejar dos hojas por debajo del primer racimo de frutos. El descope o corte de la yema apical de las plantas, se realizó cuando ésta llegaba al número de racimos correspondientes a cada tratamiento (6, 8, 10 racimos y crecimiento indeterminado). El inicio de cosecha se realizó a los 115 días después del trasplante; el fruto se desprendió del pedúnculo dejando el cáliz. El índice de cosecha

utilizado para esta labor se definió por el grado de madurez del fruto, siendo éste del 25% del cambio de color de verde a verde amarillento, la recolección se hizo una vez por semana y esta labor se realizó durante el número de días de acuerdo con el tratamiento correspondiente.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento por calidad (g/planta) (extra, primera, segunda, tercera y pérdidas), costos totales por tratamiento, producción por planta (g/planta) y rendimiento (kg ha⁻¹). Finalmente se realizó el análisis de rentabilidad de cada tratamiento para evaluar su sostenibilidad económica. El análisis de la información se realizó a través de análisis de varianza y prueba de promedios tipo Duncan mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Cary N.C; versión 9,0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En términos de cantidad por planta, se observó para la variable calidad “extra” un mejor comportamiento para el tratamiento sin poda de racimos (crecimiento indeterminado), seguido del tratamiento con 10 racimos por planta, con valores de 1921 y 2202 g/planta respectivamente (Tabla 1). En contraste los tratamientos con 6 racimos y 8 racimos por planta arrojaron los valores de producción de calidad “extra” más bajos y a su vez por debajo del promedio (1848 g/planta). Sin embargo en términos porcentuales, los porcentajes más altos de calidad extra se presentaron en los tratamientos con poda de racimos, alcanzando un 37% de calidad extra en los mismos, frente a un 27% en el tratamiento sin poda de racimo (crecimiento indeterminado).

Comportamiento similar obtuvo el tratamiento con crecimiento indeterminado para las variables de calidad (primera, segunda, tercera y producción total) con valores de 2236, 1666, 750 y 6883 g/planta respectivamente, con diferencias significativas respecto a los demás tratamientos ($p < 0,05$). De igual forma, presentó

Tabla 1. Pruebas comparativas de promedios Duncan sobre las variables de calidad, producción (g/planta) y rendimiento (kg ha⁻¹) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones semicontroladas.

Numero de racimos por planta	Calidad (g/planta)				Pérdida	Producción (g/planta)		Rendimiento (kg ha ⁻¹)
	Extra	Primera	Segunda	Tercera		Neta	Total	
Indeterminado	1921 a	2236 a	1666 a	750 a	750 a	6574 a	6883 a	143400 a
10	2202 a	1815 b	1134 b	551 b	551 b	5702 b	5994 b	124900 b
8	1674 b	1361 c	1023 b	519 b	519 b	4578 c	4864 c	101300 c
6	1597 b	1193 c	823 c	358 c	358 c	3972 d	4228 d	88100 d
Promedio	1848	1651	1161	544	544	5206	5492	114400
σ	236,61	407,12	311,86	139,37	139,37	1004,31	1022,12	21298,75

Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. σ = desviación estándar.

el valor más alto en cantidad de pérdidas con 309 g/planta (Tabla 1).

Wamser *et al.* (2007), encontraron que sólo hay diferencia en la productividad total, calidad extra y descarte en dos años consecutivos de evaluación (2006/07) y la productividad de los frutos comerciales no difirió entre las alturas de despunte de racimos (5, 7, 9 y sin despunte). Estos resultados son diferentes de los obtenidos por Seleguini *et al.* (2006) y Machado *et al.* (2007), que observaron reducción de la productividad de frutos con la disminución del número de racimos por planta. Sin embargo, el número de racimos por planta probados por estos autores fueron menores que los del presente experimento.

La posibilidad de despuntar por encima del 5° racimo de cada vástago, sin haber pérdidas en la productividad comercial de frutos, trae una serie de beneficios para el cultivo y para el productor. Según Seleguini *et al.* (2006), la disminución del número de racimos por planta reduce el ciclo de cultivo y la altura de las plantas, proporcionando menor utilización de mano de obra durante el ciclo de cultivo y el menor uso de los defensivos agrícolas. Además, la menor altura de las plantas permite una mayor eficiencia en el control de plagas y enfermedades y mejor distribución de luz en el cultivo (Seleguini *et al.*, 2006). La reducción del ciclo del cultivo, a través del despunte, puede ser utilizada como un mecanismo de escape contra la incidencia de enfermedades (Streck *et al.*, 1998).

La producción total para el tratamiento crecimiento indeterminado, fue superior a los reportados por Arbelaez *et al.* (2016), los cuales en sus mejores tratamientos reportaron valores de 6010 y 4783 g/planta, con este mismo híbrido y en las mismas condiciones agroecológicas.

El mejor rendimiento se presentó con el tratamiento de crecimiento indeterminado con 143400 kg ha⁻¹, seguido por el tratamiento con 10 racimos con 124900 kg ha⁻¹, este superado por el indeterminado en 18500 kg hga-1, lo cual en términos económicos mejora los ingresos netos e incrementa la relación beneficio costo (Tabla 1). Estos resultados difieren de los observados por Machado *et al.* (2007), en que la reducción del número de racimos por planta aumentó la masa media de frutos. Sin embargo, para las mayores alturas de desprendimiento evaluadas en el presente experimento, muchos de los frutos localizados en los racimos superiores no alcanzaron el punto de cosecha al final de la cosecha. Estos frutos fueron eliminados con la parte vegetativa, según lo observado por Streck *et al.* (1998) y, por poseer menor tamaño (Carvalho y Tessarioli, 2005), acaban no contribuyendo con la disminución de la masa media de frutos en los tratamientos con mayor altura de despuntar o sin la realización del despunte.

De acuerdo con Bogiani *et al.* (2008), la utilización de poda apical después de la segunda inflorescencia, asociada a la densidad de 50.000 plantas, posibilita la concentración de la cosecha en un período de siete semanas y mayor productividad, debido al menor aborto de

flores, en función de la coincidencia del período productivo con época climáticamente más adecuada. No hubo efecto del sistema de cultivo sobre la masa media de materia fresca y en la distribución de los frutos por clases de tamaño.

De acuerdo con Arbelaez *et al.* (2016), el rubro con mayor participación en los costos de producción del cultivo de tomate, son los insumos generales como semillas, plástico mulch, agroquímicos, fertilizantes y enmiendas lo cual oscilan entre 39,91% y 42,49% del total de los costos de producción. Los costos de amortización por ciclo de 8 meses de invernadero varían entre 8,01% y 8,12% del total de los costos, ocupando así el cuarto lugar de mayor peso en los costos.

En tanto, los mayores costos de producción en estos materiales se debe a la exigencia alta de mano de obra para las labores de tutorado y cosecha principalmente (Sánchez-Del Castillo *et al.*, 2014).

En un estudio realizado por Perilla *et al.* (2011), con el objetivo de caracterizar las condiciones sociales, técnicas y económicas del sistema de producción de tomate bajo invernadero en los municipios de Guateque, Sutatenza y Tenza del departamento de Boyacá (Colombia) destacan que el costo total de mano de obra, por concepto de mantenimiento del cultivo, alcanza los USD\$13.821 por hectárea (ha), para nuestro estudio el mantenimiento alcanzo valores entre USD\$23.793 y 29.310 por ha.

Estos mismos autores resaltan a la cosecha como la operación del proceso de producción que implica mayor costo, ya que esta se realiza dos veces por semana y en ella se utiliza una cantidad considerable de jornales similar a la desarrollada en este estudio, ascendiendo a USD\$11.182 por ha. Igualmente le sigue en costo la poda de mantenimiento, la que se realiza semanalmente y se utiliza en promedio de tres a cuatro jornales. Resultados similares obtuvieron

Testa *et al.* (2014), evaluando la producción de tomate en 30 invernaderos en Italia.

Los costos de producción por hectárea más bajos fueron los alcanzados con el tratamiento 6 racimos con USD\$ 23793 ha/ciclo, a su vez fue el tratamiento menos productivo ya que generó un ingreso neto de USD\$ 10344 ha/ciclo, en contraste, el tratamiento crecimiento indeterminado, presentó los costos más altos de producción con USD\$ 29310 ha/ciclo, sin embargo por ser el tratamiento más productivo, generó los ingresos netos más altos de USD\$ 27241 ha/ciclo; esto indica una diferencia de USD\$ 16896 ha/ciclo entre ambos tratamientos, representando un 163% más rentabilidad que el tratamiento con 6 racimos. Para los tratamientos con 10 y 8 racimos presentaron diferencias de USD\$ 4827 y USD\$ 13103, respectivamente, respecto el de crecimiento indeterminado (Figura 1).

El tratamiento sin poda – crecimiento indeterminado fue el que mejor productividad presentó cuyo margen unitario de producción fue de USD\$ 0,21 por Kg, a diferencia del tratamiento con 6 racimos/planta (tratamiento de menor productividad) cuyo margen unitario de producción fue USD\$ 0,29 por Kg, indicando que al momento de ofertar el producto, reduce las posibilidades o capacidad competitivas dentro del mercado destino.

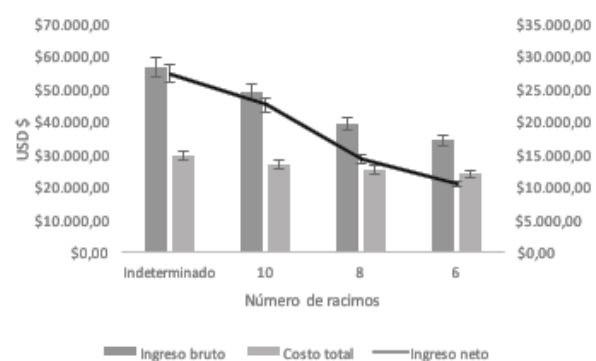


Figura 1. Efecto del número de racimos sobre la rentabilidad del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones semicontroladas.

CONCLUSIONES

Las plantas de crecimiento indeterminado (sin poda de racimos) presentaron los valores más altos en cantidad, sin embargo en términos porcentuales la calidad aumenta a medida que se disminuye el número de racimos por planta.

Los costos de producción por hectárea más bajos se alcanzaron en el tratamiento con 6 racimos planta-1 (USD\$ 23.793 ha/ciclo) siendo a su vez el tratamiento menos productivo con un ingreso neto de USD\$ 10.344 ha/ciclo, en contraste, el tratamiento crecimiento indeterminado, que presentó los costos más altos de producción (USD\$ 29.310 ha/ciclo), a su vez, generó los ingresos netos más altos de USD\$ 27.241 ha/ciclo; indicando que, con una diferencia USD\$ 16.896 entre ambos tratamientos; es el tratamiento más sostenible económicamente, para condiciones agroecológicas como las de la zona de estudio.

REFERENCIAS

- Anuario meteorológico Cafetero. 2012 y 2013.** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Cenicafe, Chinchiná (Colombia).
- Arbelaez, L., Rivera, J., Hurtado-Salazar, A. y Ceballos Aguirre, N. 2016.** Technical and Economic Evaluation of Three Types of Tomato Nutrient Solutions under Semi-Controlled Conditions. *Journal of Agricultural Science* 8(8): 68-78.
- Bogiani, J., Anton, C., Seleguini, A., Faria, M. y Seno, S. 2008.** Poda apical, densidade de plantas e cobertura plástica do solo na produtividade do tomateiro em cultivo protegido. *Bragantia*, 67(1): 145-151.
- Carvalho, L. y Tessarioli, J. 2005.** Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. *Horticultura Brasileira* 23: 986-989.
- Guimarães, M., Silva, D., Fontes, P., Caliman, F., Loos, R. y Stringheta, P. 2007.** Produção e sabor dos frutos de tomateiro submetidos a poda apical e de cachos florais. *Horticultura Brasileira* 25: 265-269.
- Hachmann, T., Echer, M., Dalastra, G., Vasconcelos, E. y Guimarães, V. 2014.** Cultivo do tomateiro sob diferentes espaçamentos entre plantas e diferentes níveis de desfolha das folhas basais. *Bragantia* 73(4): 399-406.
- Herrera, H., Hurtado-Salazar, A. y Ceballos-Aguirre, N. 2015.** Estudio técnico y económico del tomate tipo cereza elite (*Solanum lycopersicum* L. var. Cerasiforme) bajo condiciones semicontroladas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 9(2): 290-300
- Hoyos, J. y Hurtado-Salazar, A. 2017.** Poda temprana de brotes laterales en el inicio de la floración de papaya Tainung 1. *Temas Agrarios* 22(2): 52-58.
- Machado, A., Alvarenga M. y Florentino, C. 2007.** Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. *Horticultura Brasileira* 25: 149-153.
- Mendonça, V. y Mendeiros, L. 2011.** Importância da fruticultura, poda das árvores frutíferas, propagação das plantas frutíferas. *Boletim I. Mossoró*, R
- Monteiro, C., Balbi, M., Miguel, O., Penteado, P. y Haracemiv, S. 2008.** Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". *Revista Alimentos e Nutrição* 19: 25-31.
- Perilla, A. Rodríguez, L. y Bermúdez, L. 2011.** Estudio técnico-económico del sistema de producción de tomate bajo invernadero en Guateque, Sutatenza y Tenza (Boyacá). *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 5(2): 220-232.
- Sánchez-Del Castillo, F., Moreno-Pérez, E., Pineda-Pineda, J., Osuna, J., Rodríguez-Pérez, J. y Osuna-Encino, T. 2014.** Producción hidropónica de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con y sin recirculación de la solución nutritiva. *Agrociencia* 48: 185-197.

- Seleguini, A., Seno, S. y Faria M. 2006.** Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. *Acta Scientiarum. Agronomy* 28(3): 359-363.
- Streck, N., Buriol, G., Andriolo, J. y Sandri, M. 1998.** Influência da densidade de plantas e poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 1105-1112.
- Testa, R., Trapani, A., Sgroi, F. y Tudisca, S. 2014.** Economic Sustainability of Italian Greenhouse Cherry Tomato. *Sustainability*, 6, 7967-7981.
- Wamser A., Mueller S., Becker, W. y Santos, J. 2007.** Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira* 25: 238-243.