

Efecto del raleo de frutos en el rendimiento de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Bajo invernadero

GAYTÁN-RUELAS, Marina*†, VARGAS-ESPINOZA, Everardo, RIVERA-ARREDONDO, Marisa y MORALES-FÉLIX, Verónica de Jesús

Recibido Noviembre 30, 2015; Aceptado Marzo 24, 2016

Resumen

En la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, se establecieron seis variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tipo bola (Brenda HF1, Retyna HF1, Baptysta HF1, Calvi HF1, Cantyca CV459, Brentyla HF1) bajo condiciones de invernadero y en suelo, para evaluar el efecto del raleo a tres, cuatro y cinco frutos por racimo. Se cosecharon cuatro racimos para evaluar el peso del fruto, diámetro promedio de fruto y rendimiento por planta. Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 para un análisis de correlación y una prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$), para un diseño completo al azar. Hubo correlación positiva entre todas las variables. La variedad Cantyca CV 459 con raleo a 5 frutos presentó el mayor rendimiento (4.1447 Kg) y la variedad Baptysta HF1 con raleo a 3 frutos, tuvo el menor rendimiento (1.33 Kg). La variedad Retyna HF1 con raleo a 4 frutos obtuvo el mayor peso de fruto (281.37 g). La variedad Bentryla HF1 con un raleo a 3 frutos el menor peso (135.3 g). Las variedades Retyna HF1 con raleo a 4 frutos y Baptysta HF1 con raleo a 5 frutos, presentaron el mayor diámetro de fruto.

Calidad de fruto, Raleo de fruto, *Lycopersicon esculentum*

Abstract

Technological University of the Southwest of Guanajuato, six varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) ball type (Brenda HF1, Retyna HF1, Baptysta HF1, Calvi HF1, Cantyca CV459, Brentyla HF1) were established under greenhouse conditions and ground to assess the effect of thinning to three, four and five fruits per cluster. Four bunches were harvested to evaluate the fruit weight, fruit diameter and average yield per plant. SAS statistical software version 9.2 for correlation analysis and comparison of means test Tukey ($P \leq 0.05$) for a complete randomized design was used. There was a positive correlation between all variables. The Cantyca CV459 variety with fruit thinning 5 had the highest yield (4.1447 Kg) and the variety Baptysta HF1 with 3 fruit thinning, had the lowest yield (1.33 Kg). The Retyna HF1 variety with fruit thinning to 4 had the highest fruit weight (281.37 g). The Bentryla HF1 variety with a fruit thinning to 3 lower weight (135.3 g). Retyna varieties HF1 with 4 fruit thinning and thinning Baptysta HF1 with 5 fruits had the highest fruit diameter.

Quality of fruit, Fruit thinning, *Lycopersicon esculentum*

Citación: GAYTÁN-RUELAS, Marina, VARGAS-ESPINOZA, Everardo, RIVERA-ARREDONDO, Marisa y MORALES-FÉLIX, Verónica de Jesús. Efecto del raleo de frutos en el rendimiento de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Bajo invernadero. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2016. 3-7: 18-25

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: sergio.martinez@uttt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En los últimos años, la producción tomatera ha aumentado en alrededor de 50 por ciento, impulsada por una mayor superficie agrícola, con sistemas de agricultura protegida. En todos los meses del año se tiene disponibilidad de jitomate (SRE, 2015).

México es el principal exportador de jitomate fresco a nivel mundial, con cerca del 20% del volumen y 25% del valor comerciados, que se destinan principalmente a EEUU. El país exporta alrededor de 1.5 millones de toneladas anuales, que representan entre el 50 y 70% del volumen de producción. En México se siembran alrededor de 52,374.91 ha de jitomate, con un rendimiento promedio de 56.42 t.ha⁻¹, por lo que es la segunda hortaliza más importante en cuanto a superficie sembrada, la más trascendente por su volumen en el mercado nacional y la primera por su valor de producción (SIAP-SAGARPA, 2014).

En la producción de esta hortaliza bajo condiciones protegidas, se busca aprovechar y eficientizar el espacio en vertical de un invernadero; ya que, el microclima generado es controlable para dar un rendimiento óptimo de las plantas, además de favorecer el control de plagas y enfermedades. Por estas y otras razones que competen a la eficiencia productiva; así como a objetivos académicos y de investigación, con fines de transferencia de tecnología hacia los pequeños productores; se decidió implementar el presente proyecto para evaluar el efecto de raleo de frutos bajo tres niveles de raleo, en el rendimiento y calidad de fruto en 6 variedades de jitomate tipo bola, planteando como objetivos el evaluar el efecto de raleo de frutos en el rendimiento y calidad de fruto en seis variedades de jitomate bajo condiciones de invernadero y comparar y determinar el mejor tratamiento de raleo después de la cosecha de cuatro racimos.

Revisión de literatura

Raleo de frutos. La expresión del potencial del rendimiento de los cultivos depende tanto de su constitución genética como de factores ambientales (clima, suelo), factores biológicos y la técnica de producción (Sánchez y Escalante, 1988).

La poda, entendida como la remoción de partes de la planta (yemas, brotes desarrollados, raíces o frutos), sirve para mantener una forma y crecimiento adecuado, siempre y cuando se realice sin afectar el desarrollo de la planta (Halfacre, 1979).

La importancia de la poda radica en que en ocasiones un crecimiento rápido de algún órgano puede competir con las hojas por nutrimentos que fácilmente se pueden translocar, lo que provoca senescencia foliar y reducción en su capacidad fotosintética. Asimismo, existe competencia entre los órganos cuyo crecimiento y desarrollo son simultáneos; tal es el caso del crecimiento del ápice con la diferenciación floral, proceso que ocurre a muy temprana edad en muchas plantas. El crecimiento resultante de una poda es bastante rápido porque se altera, temporalmente, la relación raíz/parte aérea. Además, la remoción de follaje y ramas reduce la cantidad de carbohidratos almacenados y, lo que es aún más importante, reduce el área foliar disponible para su producción (Salisbury y Ross, 1994).

Por otra parte, una poda terminal excesiva estimula el crecimiento vegetativo y puede suprimir la floración, ya que al remover los ápices los meristemas laterales dispondrán de mayor abastecimiento de agua, nitrógeno y otros elementos vitales para el crecimiento vegetativo (Halfacre, 1979).

Así mismo, Sánchez del Castillo, *et al.* (2005), mencionan que la disminución del índice de área foliar permite un aumento en el peso medio de los frutos, pero reduce el rendimiento por unidad de superficie y el raleo de frutos induce un aumento en el peso de los frutos en los racimos, pero el rendimiento por unidad de superficie se aminora.

De acuerdo con Velasco *et al.*, (2011), para conseguir calidad de los frutos, evaluada como el desarrollo óptimo de los frutos y su uniformidad, es muy recomendable eliminar uno, dos o más frutos por racimo, dependiendo el número de frutos amarrados (generalmente los que están en el extremo del racimo, puesto que estos generalmente suelen quedar más chicos y son de poco valor comercial).

Además el tamaño que alcanzan los frutos es influido por la cantidad de fotoasimilados disponibles por planta, pues al eliminar flores los fotoasimilados se reparten entre menos frutos y se propicia un mayor tamaño que ayuda a compensar parcialmente la pérdida de rendimiento por unidad de superficie ocasionada por el menor número de frutos por planta o por racimo (Wolf y Rudich, 1988; Shishido, 1989).

La eliminación de los frutos chicos puede realizarse manualmente o con tijeras, inmediatamente después del amarre o a más tardar cuando los frutos tengan el tamaño de una canica. Ocasionalmente, el raleo de frutos chicos en los racimos también se justifica cuando se presenten síntomas de deficiencia de calcio en los frutos. Velasco *et al.*, (2011).

En las plantas de jitomate tipo bola es conveniente hacer un raleo dejando de tres a cinco frutos por racimo (dependiendo de la variedad) para obtener frutos de buen peso y de tamaño uniforme.

Este raleo también evita que el racimo se caiga antes de que los frutos maduren; factor importante a considerar y que a menudo es un aspecto que se descuida, puesto que la sobre carga de fruto en la planta puede traer graves consecuencias (León, 2006).

Lo esencial del raleo, es buscar un aumento en el calibre del fruto y la formación de yemas, pero a su vez se pueden obtener un sin número de otros beneficios, tales como; un mejor color, un mayor contenido de azúcar, un mejor control sanitario, y entre otros (Salisbury y Ross, 1994).

Sin embargo, es importante señalar que se debe de prestar especial cuidado en las prácticas de polinización y eficiencia de la misma, puesto que de esta depende que se originen frutos con suficientes semillas, al ser las responsables del crecimiento y desarrollo de la pulpa y del fruto mismo. Si no existe una polinización o fecundación óptima la producción disminuye, de allí su importancia (Serrano, 1978).

Ambientes con 60 % de humedad relativa y temperaturas de 26 a 28 °C son idóneos para el proceso de la polinización. La falta de circulación de aire también afecta este proceso; puesto que, al no haber movimiento de las flores el polen no se desprende de las anteras Velasco *et al.*, (2011).

Por otra parte y siendo igual de importante en este proceso, el balance nutricional juega un papel fundamental a tener en cuenta desde el trasplante hasta la etapa productiva del cultivo, razón por la cual es necesario el tomar en cuenta los siguientes aspectos: realizar un análisis previo del estado nutricional del suelo donde se va a sembrar y estimar los índices de extracción de nutrimentos por cosecha.

En este sentido, se calcula que una cosecha promedio de 40,000 kg.ha⁻¹, puede extraer cerca de 180 kg de nitrógeno, 60 a 80 kg de P y 220 kg K. (León, 2006). Dentro de la nutrición del cultivo de jitomate se pueden realizar y aplicar soluciones balanceadas de crecimiento, floración y fructificación o llenado de fruto, en base a pH óptimo de 5.5 a 5.8 y una conductividad eléctrica máxima de 3.5 dS m⁻¹.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó durante el periodo de mayo – agosto del 2015 en la Universidad Tecnológica del Suroeste del estado de Guanajuato (UTSOE) en el invernadero 1 de la Carrera de Agricultura Sustentable y Protegida ubicada sobre la Carretera Valle-Huanímaro Km. 1.2 Valle de Santiago, Gto., México.

Material vegetal.

En el invernadero se establecieron 6 variedades tipo bola en suelo, las cuales fueron: Brenda HF1, Retyna HF1, Baptysta HF1, Calvi HF1, Cantyca CV459, Brentyla HF1; manejadas cada una a 3 niveles de raleo: 3, 4, y 5 frutos por racimo; obteniendo un total de 18 tratamientos. Cada tratamiento estuvo constituido por 3 repeticiones; para tener un total de 54 unidades experimentales; cada una evaluada a 4 racimos cosechados en madurez comercial.

Variables a evaluar.

- Rendimiento (Kg/planta⁻¹): se obtuvo cosechando racimos en madurez comercial y pesando con la ayuda de una balanza digital, lo acumulado al cabo de cuatro racimos cosechados por planta.

- Peso de fruto (g): se obtuvo del promedio de todos los frutos de los cuatro racimos cosechados en cada uno de los tratamientos; y se pesó con la ayuda de una balanza digital.

- Diámetro de fruto (cm): se obtuvo del promedio de todos los frutos de los cuatro racimos cosechados en cada uno de los tratamientos; y se midió con la ayuda de un vernier digital.

Manejo agronómico.

En el cultivo se realizaron las prácticas como el deschupone (cada semana); el tutoreo y retutoreo (cada que lo requería el cultivo), las polinizaciones (diariamente a las 10 y 13 hrs). También se realizó la poda de hojas y el raleo de frutos; el mantenimiento de cintilla se hizo cada que se requería; así como el bajado de planta de acuerdo al crecimiento del cultivo.

La nutrición del cultivo se manejó bajo una solución en base a Steiner de 18 a 22 meq, desde el trasplante (15 de abril) hasta cuatro meses después del trasplante.

Se realizaron cuatro riegos por día: dos por la mañana sin solución (10 y 12 hrs), y en las tardes (14 y 16 hrs) con la solución nutritiva anterior.

Para el control de plagas como mosca blanca, trips, ácaro del bronceado y paratrioza; así como para el manejo de enfermedades como damping off, tizón temprano y cenicilla; se realizaron aplicaciones semanales y/o quincenales de plaguicidas orgánicos y químicos en base a dosis recomendadas comercialmente. También se realizaron aplicaciones de micronutrientes foliares cada semana y quincenalmente; así como de aminoácidos.

Análisis de datos.

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 para llevar a cabo la correlación entre las variables evaluadas y una prueba de medias Tukey ($P \leq 0.05$), para un diseño completo al azar con dieciocho tratamientos y tres repeticiones.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se aprecia que existe correlación positiva altamente significativa entre todas las variables (rendimiento por planta, peso y diámetro de fruto).

Por consiguiente, la prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$) arrojó diferencias significativas entre los tratamientos.

Estas correlaciones suponen que mientras mayor sea el peso y diámetro de los frutos, se tendrá un mayor rendimiento por racimos o por planta, al tener frutos más vigorosos y con mayor contenido de pulpa y agua (Salisbury y Ross, 1994).

De igual manera el análisis demuestra que los frutos más grandes tienden a ser más pesados, debido a que durante su desarrollo pudieron formar semillas suficientes que ayudan a la síntesis de giberelinas para el desarrollo de la placenta y tejidos internos (Serrano, 1978).

	Rto	Diam
Peso	0.52413**	0.93173**
Diam	0.52009**	

Rto: Rendimiento por planta; Diam: Diámetro de fruto. **: significativo con $\alpha \leq 0.01$.

Tabla 1 Coeficientes de correlación entre las variables evaluadas en el experimento de raleo de frutos en seis variedades de jitomate bola

En la Tabla 2 se observa que para la variable rendimiento al cabo de cuatro racimos cosechados, la variedad Cantyca CV 459 con el nivel de raleo a 5 frutos, presentó un mayor rendimiento con 4.14 Kg; dicha variedad fue estadísticamente igual a las variedades Brentyla HF1 R4, Calvi HF1 R3, Retyna HF1 R4, Brentyla HF1 R5 y Cantyca CV459 R4. Contrariamente, la variedad Baptysta HF1 con el nivel de raleo a 3 frutos, fue la que presentó el menor rendimiento (1.33 Kg) bajo estas condiciones de producción y manejo. Lo encontrado para los tratamientos rendidores, se puede atribuir a características genéticas propias de los materiales y que responden bien a la producción y comercialización en racimos de más de 3 frutos por cada uno (Sánchez y Escalante, 1988), al lograr la concentración y optimización de fotoasimilados para el desarrollo óptimo de los frutos (Velasco, *et al.*, 2011).

Contrariamente a lo establecido por Wolf y Rudich, (1988), las variedades Baptysta HF1, Calvi HF1 y Brenda HF1 (con raleo a 3, 4 y 3 frutos respectivamente) no reunieron los fotoasimilados ocasionada por el menor número de frutos por planta o por racimo, para compensar parcialmente la pérdida de rendimiento por unidad de superficie.

Tratamiento	Rendimiento. Pta ⁻¹ (Kg)
Cantyca CV459 R5	4.1447 a
Brentyla HF1 R4	3.9147 ab
Calvi HF1 R 3	3.5960 abc
Retyna HF1 R4	3.4000 abcd
Brentyla HF1 R5	3.2707 abcd
Cantyca CV459 R4	3.2700 abcd
Cantyca CV459 R3	3.058 bcde
Retyna HF1 R5	2.9867 bcde
Brenda HF1 R4	2.8260 cdef
Calvi HF1 R5	2.8253 cdef
Retyna HF1 R3	2.7960 cdef
Brentyla HF1 R3	2.6993 cdef
Baptysta HF1 R5	2.4907 def
Brenda HF1 R5	2.4467 def
Baptysta HF1 R4	2.2157 efg
Brenda HF1 R3	1.9397 fg

Calvi HF1 R4	1.8960 fg
Baptysta HF1 R3	1.3333 g
DMS: Diferencia mínima significativa; *Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha < 0.05$). R3, R4, R5: Nivel de raleo a tres, cuatro y cinco frutos, respectivamente.	

Tabla 2 Efecto de raleo de fruto en el rendimiento de seis variedades de jitomate tipo bola

Respecto a la variable peso de fruto, en la Tabla 3 se observa que la variedad Retyna HF1 con raleo a 4 fue la que mayor peso de fruto obtuvo (281.37 g). Inversamente la variedad Bentryla HF1 con un raleo a 3 frutos tuvo un peso promedio de 135.3 g. Lo anterior pudo generarse por el nivel de raleo, puesto que a pesar de que en las plantas de jitomate tipo bola es conveniente hacer un raleo dejando de tres a cinco frutos por racimo, depende de las características de la variedad para obtener frutos de buen peso y de tamaño uniforme (León, 2006).

Tratamiento	Peso (g)
Retyna HF1 R4	281.37 a*
Baptysta HF1 R5	225.86 ab
Calvi HF1 R 3	221.14 abc
Cantycya CV459 R5	210.54 abcde
Brenda HF1 R5	202.91 abcd
Calvi HF1 R5	187.04 bcdefg
Retyna HF1 R5	186.63 bcdef
Brentyla HF1 R4	180.87 bcdef
Brenda HF1 R4	176.88 bcdefg
Retyna HF1 R3	174.75 bcdefg
Cantycya CV459 R4	166.3 bcdefg
Brentyla HF1 R5	163.53 cdefg
Cantycya CV459 R3	162.17 defg
Brenda HF1 R3	161.79 cdefg
Calvi HF1 R4	158.36 defg
Baptysta HF1 R3	144.22 efg
Baptysta HF1 R4	138.48 fg
Brentyla HF1 R3	135.3 g
DMS: Diferencia mínima significativa; *Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha < 0.05$). R3, R4, R5: Nivel de raleo a tres, cuatro y cinco frutos, respectivamente.	

Tabla 3 Efecto de raleo en el peso de fruto de seis variedades de jitomate tipo bola

Anteriormente se observó que en general la variedad Brentyla HF1 en sus niveles de raleo de frutos 4 y 5, resultó con mayor rendimiento, no obstante cuando se realizó el raleo a 3 frutos, el peso de los mismos se ve disminuido.

Lo anterior se puede deber a que la planta puede llegar a un estrés por pérdida de nutrientes, reflejándose en la disminución del peso del fruto.

Además, la remoción de follaje, frutos y ramas reduce la cantidad de carbohidratos almacenados. (Salisbury y Ross, 1994).

En la variable diámetro de fruto, las variedades Retyna HF1 R4 y Baptysta HF1 R5, presentaron el mayor valor, siendo estadísticamente iguales entre ellas. Estas mismas variedades obtuvieron el mayor peso en ambos niveles de raleo (4 en caso de Retyna HF1 y 5 en caso de Baptysta HF1).

No obstante, para la misma variable (diámetro de fruto), las variedades Baptysta HF1 a 4 frutos raleados y Brentyla HF1 a 3 frutos, presentaron el menor tamaño.

Se observó que la variedad Baptysta HF1, en raleos a 3 frutos, disminuye su peso afectando consecuentemente el rendimiento, atribuido posiblemente a las características de la variedades para obtener frutos de buen peso y de tamaño uniforme (León, 2006), así como de su constitución genética y factores ambientales (clima, suelo), factores biológicos y la técnica de producción (Sánchez y Escalante, 1988).

Tratamiento	Diámetro (cm)
Retyna HF1 R4	8.38 a
Baptysta HF1 R5	7.87 ab
Calvi HF1 R 3	7.76 abc
Brenda HF1 R5	7.60 bcde
Cantycya CV459 R5	7.48 bcd
Brentyla HF1 R4	7.33 bcdef
Retyna HF1 R5	7.30 bcdef
Retyna HF1 R3	7.20 bcdef
Brenda HF1 R4	7.09 bcdef
Calvi HF1 R5	7.03 bcdef
Cantycya CV459 R4	7.01 bcdef
Brenda HF1 R3	6.93 cdef
Brentyla HF1 R5	6.89 cdef
Calvi HF1 R4	6.78 def
Cantycya CV459 R3	6.71 cdef
Baptysta HF1 R3	6.58 ef
Baptysta HF1 R4	6.49 f
Brentyla HF1 R3	6.37 f
DMS: Diferencia mínima significativa; *Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha < 0.05$). R3, R4, R5: Nivel de raleo a tres, cuatro y cinco frutos, respectivamente.	

Tabla 4 Efecto de raleo en el diámetro de fruto de seis variedades de jitomate tipo bola

Conclusiones

Existe correlación positiva altamente significativa entre todas las variables (rendimiento por planta, peso y diámetro de fruto). La variedad Cantycya CV 459 con el nivel de raleo a 5 frutos presentó el mayor rendimiento (1036.17 Kg), así mismo la variedad Bentryla HF1 con el nivel de raleo 4.

La variedad Baptysta HF1 con el nivel de raleo a 3 frutos, tuvo el menor rendimiento (272.99 Kg).

La variedad Retyna HF1 con raleo a 4 frutos obtuvo el mayor peso de fruto (281.37 g). Inversamente la variedad Bentryla HF1 con un raleo a 3 frutos obtuvo el menor peso (135.3 g). Las variedades Retyna HF1 R4 y Baptysta HF1 R5, presentaron el mayor diámetro de fruto.

Estas mismas variedades obtuvieron el mayor peso en ambos niveles de raleo (4 en caso de Retyna HF1 y 5 en caso de Baptysta HF1).

Referencias

HALFACRE G., R. 1979. Horticultura. AGT Editor, S.A. México, D.F. 727 p.

Ho, L. C. (1984). Partitioning of assimilates in fruit tomato plants. *Plant Growth Reg.* 2:277-285.

Hurd, R. G, A. P.; Gay, A. C. Mountfield (1979). The effect of partial flower removal on the relation between root, shoot and fruit growth in the indeterminate tomato. *Ann. Appl. Biol.* 93:77-89.

León, G. H.M. (2006). Guía para el cultivo de tomate en invernadero. Segunda edición. Editorial SEP-INDAUTOR. 263 p. Chihuahua, Chih.

Salisbury B., F.; C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México. 759 p.

Sánchez Del C., F.; E. Escalante, R. 1988. Hidroponía. Ter- 1988. Hidroponía. Tercera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp. 17 y 18.

Sánchez, Del C.; Ucan, Ch. I.; Contreras, M. E.; Corona S. T. (2005). Efecto de la densidad de población y raleo de frutos sobre el rendimiento y tamaño del fruto en tomate. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 28 (1): 33 – 38.

Secretaría de Relaciones Exteriores. (2015). *México: Primer Exportador Mundial de Tomate*. Recuperado de: <http://consulmex.sre.gob.mx/omaha/images/JITOMATE/jitomate.pdf>

Serrano, C. O. Z. (1978). Tomate, Pimiento y Berenjena en Invernadero. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España. Pp. 7-159.

Shishido, Y, N; Seyama, S; Imada, Y Hori (1989) Carbon budget in tomato plants as affected by night temperature evaluated by steady state feeding with $^{14}\text{CO}_2$. Ann. Bot. 63:357-367.

SIAP-SAGARPA. (2014). http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp

Velasco, H. E.; Nieto, A. R.; Navarro, L. E. (2011). Cultivo del tomate en hidroponía e invernadero. Ed. BBA. México, D.F. 125 p.

Wolf, S. J. Rudich. (1988). The growth rates of fruits on different parts of the tomato plants and the effect of water stress on dry weight accumulation. Sci. Hort. 34:1-11.