

Producción de semilla de tomate de cáscara en hidroponía

Shell tomato seed production in hydroponics

RODRÍGUEZ-GUZMÁN, Eduardo*†, ARELLANO-RODRÍGUEZ, Luis Javier, DE LUNA-VEGA, Alicia y ARRIAGA-RUIZ, Ma. Cruz

Universidad de Guadalajara. Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, Nextipac, 44600 Zapopan, Jalisco

ID 1^{er} Autor: *Eduardo, Rodríguez-Guzmán* / ORC ID: 0000-0002-4640-7610, Researcher ID Thomson: T-9496-2019, CVU CONACYT ID: 67847

ID 1^{er} Coautor: *Luis Javier, Arellano-Rodríguez* / ORC ID: 0000-0002-3188-0245, arXiv Author ID: LuisJavier#1, CVU CONACYT ID: 65995

ID 2^{do} Coautor: *Alicia, De Luna-Vega* / ORC ID: 0000-0002-0687-3385, CVU CONACYT ID: 695681

ID 3^{er} Coautor: *Ma. Cruz, Arriaga-Ruiz* / ORC ID: 0000-0001-5472-2330, arXiv Author ID: macruz, CVU CONACYT ID: 948216

DOI: 10.35429/JTEN.2019.10.3.19.24

Recibido 03 de Marzo, 2019; Marzo 30 Junio, 2019

Resumen

Se estimó capacidad productiva de fruto y semilla y calidad fisiológica de semilla de 2 variedades de tomate de cáscara: Jojutla y CHF₁. El estudio se realizó en hidroponía bajo invernadero, en el CUCBA-UDG, Zapopan, Jalisco. Se empleó tezontle rojo de 0.5 a 2 cm de diámetro, en bolsas de polietileno de 19 L y la Solución nutritiva universal de Steiner de 0.3 a 0.7 atm, según etapa de la planta. Se estimó la producción de fruto y semilla y la calidad fisiológica de semilla. Las variedades Jojutla y CHF₁ mostraron un comportamiento similar en la producción de fruto y semilla, con rendimientos de fruto inferiores a los esperados (30 ton/ha en campo) debido a que sólo se realizaron 3 cortes, buscando producir tomate de cáscara en el invierno cuando alcanza precios atractivos. El peso del fruto fue mayor conforme se realizaban cortes mientras que la producción de semilla mejoró por corte, asociada a un mayor número de frutos, en tanto que no se relacionó el peso del fruto con el rendimiento de semilla. La calidad fisiológica de la semilla se vio afectada por corte del fruto a madurez comercial aun cuando se dejó madurar el mismo a la sombra.

Physalis ixorcapa, Physalis philadelphica, Tomatillo, Cultivo sin suelo

Abstract

Fruit and seed productive capacity and physiological seed quality of 2 varieties of husk tomato were estimated: Jojutla and CHF₁. The study was conducted in hydroponics under greenhouse, in the CUCBA-UDG, Zapopan, Jalisco. Red volcanic rock (/Tezontle) of 0.5 to 2 cm in diameter was used in 19 L polyethylene bags and Steiner's universal nutrient solution of 0.3 to 0.7 atm, depending on the stage of the plant. The production of fruit and seed and the physiological quality of the seed were estimated. The varieties Jojutla and CHF₁ showed a similar behavior in the production of fruit and seed, with lower fruit yields than expected (30 ton / ha in the field) because only 3 harvests were made, looking to produce husk tomato in winter when it reaches attractive prices. The weight of the fruit was greater as cuts were made while the seed production improved by cutting, associated with a greater number of fruits, while the weight of the fruit was not related to the seed yield. The physiological quality of the seed was affected by cutting the fruit to commercial maturity even when it was left to mature in the shade.

Physalis ixorcapa, Physalis philadelphica, Husk tomato, Soilless culture

Citación: RODRÍGUEZ-GUZMÁN, Eduardo, ARELLANO-RODRÍGUEZ, Luis Javier, DE LUNA-VEGA, Alicia y ARRIAGA-RUIZ, Ma. Cruz. Producción de semilla de tomate de cáscara en hidroponía. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2019. 3-10: 19-24

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: eduardo.rguzman@academicos.udg.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El tomate de cáscara, tomate verde o tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm. Syn: *Physalis philadelphica* Lam.) se cultiva en una gran diversidad de condiciones climáticas y edáficas, en 28 a 30 de los 32 estados de la República Mexicana, de acuerdo con el SIAP-SAGARPA (2019). Tradicionalmente era un cultivo de autoconsumo en agricultura tradicional y traspatio y a partir de 1950 se incrementó su superficie sembrada convirtiéndose en una hortaliza comercial con importancia nacional y de exportación.

En la década de 2008 a 2017 la producción de esta especie, presentó un promedio de 654 mil toneladas, con un mínimo de 563 mil ton en 2011 a un máximo de 773 mil ton en 2017. A pesar de que la superficie en producción se redujo en un 8.5% en el trienio 2015-2017, se compensó con un incremento del 15% en rendimiento (16 a 18 ton/ha). Esto se explica dado que p.ej. en 2017 se sembraron 43,172 ha, bajo riego (79 % de la superficie cultivada) principalmente en Sinaloa (25%), Sonora, Puebla, Guanajuato, Michoacán y Zacatecas; el restante 21 % se cultivó bajo condiciones de temporal, sobresaliendo Jalisco, Morelos, México y Nayarit. Su cultivo se realizó tanto en primavera-verano (33 %) como en otoño-invierno (67%) (SIAP-SAGARPA, 2019).

Actualmente el sistema de producción de riego rodado es el más frecuente en tomate de cáscara, no obstante, existen áreas a nivel comercial donde se utiliza riego por goteo con o sin acolchado plástico, bajo condiciones de cielo abierto (Peña-Lomelí, et al., 2008). Al respecto se está desarrollando investigación en relación con su cultivo en hidroponía bajo invernadero (Castro-Brindis, et al., 2000). Al respecto, Peña-Lomelí, et al., en 2014 determinaron que el mejor sistema de producción en cuanto a rendimiento y tamaño de fruto fue a campo abierto con riego por goteo y acolchado, seguido de hidroponía bajo invernadero.

La solución nutritiva (SN) como parte fundamental en la hidroponía incluye como aspectos más importantes: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrientes expresada con la conductividad eléctrica (CE) o presión osmótica (PO), el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ (Ortega-Torres, 2017; López Gómez, 2018).

La principal fuente de semilla de tomatillo es de parcelas destinadas a producción de fruto, casi siempre de los últimos cortes o en el mejor de los casos de un área del cultivo destinada a este propósito, por lo que los agricultores aún no se benefician de las ventajas del uso de semillas de calidad sobre todo dada la dificultad de desarrollar variedades híbridas F_1 en esta especie, además de la poca disponibilidad de variedades comerciales registradas de polinización abierta, lo que a pesar del importante incremento en superficie dedicada a esta especie provoca un desinterés de parte de empresas semilleras.

La dinámica agrícola del cultivo del tomate de cáscara, además de la generación de cultivares mejorados que se ajusten a las necesidades actuales del mercado nacional e internacional (Peña-Lomelí et al., 2014), demanda atender a la problemática de escasas de información sobre adaptación de variedades, tecnología de producción de fruto y semilla con atributos de calidad (Rodríguez-Burgos, et al., 2011).

Objetivo

El objetivo del estudio fue estimar la capacidad productiva y la calidad fisiológica de semilla de tomate de cáscara producido en cultivo hidropónico.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en invernadero con cubierta plástica en las instalaciones del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en Las Agujas, Zapopan, Jalisco. Se emplearon el criollo "Jojutla", proveniente del estado de Morelos y Chapingo F_1 , variedad mejorada a partir de la variedad Rendidora.

La siembra se realizó el 31 de agosto de 2014 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se utilizó como sustrato peat moss combinado al 50% con jal y se trasplanto el día primero de Octubre. Se empleó grava de tezontle rojo de granulometría 0.5 a 2 cm envasada en bolsas de polietileno negro de 19 L. Se empleó la Solución nutritiva universal de Steiner (1984), con pH en 5.5, y relaciones mutuas de aniones y cationes: $\text{K}^+ : \text{Ca}^{++} : \text{Mg}^{++} = 35 : 45 : 20$ y NO_3^- ; y $\text{H}_2\text{PO}_4^- : \text{SO}_4^- = 60 : 5 : 35$, manejándose las presiones osmóticas (Concentración total de sales expresada en atmósferas):

A partir de la emergencia de las plántulas y durante las dos semanas siguientes a 0.3 atm; las 2 semanas siguientes y a partir del trasplante dos semanas más, a 0.5 atm y el resto del ciclo, hasta finalizar la cosecha, a 0.7 atm. Al trasplante, el día primero de Octubre, se colocó una planta por maceta tutorando con rafia en “V” siguiendo la bifurcación de la planta. Las macetas se colocaron a doble hilera con 35 cm entre plantas y 35 cm entre hileras. Los riegos se hicieron alternando agua y solución nutritiva dos veces durante el día, durante las primeras cuatro semanas se le aplicó a cada planta 0.350 mm en cada riego, las siguientes cuatro se les aplico 0.500 mm, a partir de la novena y hasta concluir el experimento se les aplicaron 0.750 mm.

Dado que existe autoincompatibilidad en la especie, se colectó polen de todas las plantas por variedad para formar un compuesto y colocarlo con pincel en las flores receptivas. La cosecha se hizo cuando el fruto se encontró en madurez comercial iniciando el primer corte en la primera quincena de diciembre, el segundo corte la primera quincena de enero y el tercero y último los primeros días del mes de febrero de 2015. Los frutos se colocaron en bolsas de papel almacenadas en un lugar seco y con buena ventilación; la semilla se extrajo mediante licuado con suficiente agua eliminando el sobrenadante (cáscara y pulpa del fruto) y la semilla que se decantó en el fondo del vaso de la licuadora se lavó con agua corriente, secando a la intemperie sobre una hoja de papel a temperatura ambiente por 48 horas.

La prueba de emergencia se realizó en charola con peat moss y jal (50/50% en volumen) en un plazo de 40 días. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con un arreglo factorial de 2X3, siendo los factores variedades (2) y cortes (3), los resultados se procesaron con el paquete estadístico SAS 2009 mediante análisis de varianza, y prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Se estimaron las variables: producción de fruto por planta en gramos (PP), y de fruto por hectárea en Kg/ha (PHA), Número de frutos por planta (NFP), peso promedio de fruto en g (PPF), producción de semilla por planta en g (PSP), producción de semilla por hectárea en Kg/ha (PSHA), proporción semilla/fruto gramos de fruto por 1 g de semilla (PSF) y porcentaje de emergencia de la semilla obtenida (PE).

Resultados y Discusión

De acuerdo al análisis de varianza, no se obtuvieron diferencias significativas entre las variedades Jojutla y Chapingo F₁ en ninguna de las variables estimadas, ni interacciones significativas. Únicamente se presentaron diferencias significativas entre cortes en las variables peso promedio de fruto (PPF), producción de semilla por planta (PSP) y por hectárea (PSPH) y en la evaluación de emergencia de las semillas (PE).

Bajo el sistema hidropónico utilizado se obtuvieron 13,085 y 10,130 Kg/ha respectivamente en las dos variedades con sólo 3 cortes. En el gráfico 1 se presenta la producción de fruto por planta y por hectárea por corte y variedad; a pesar de no existir diferencias estadísticas se observa que CHF₁ en el primer corte obtuvo una menor producción, y en ambas variedades una producción mayor en los dos cortes finales. La densidad de plantas empleada en el presente estudio fue de 14286 plantas/ha con una producción en g/planta de 916 para Jojutla y 709 para CHF₁ (Gráfico 1), ligeramente inferior a lo reportado por Peña et al. (2014) quienes obtuvieron 989 g/planta en la variedad CHF₁ (Chapingo F₁).

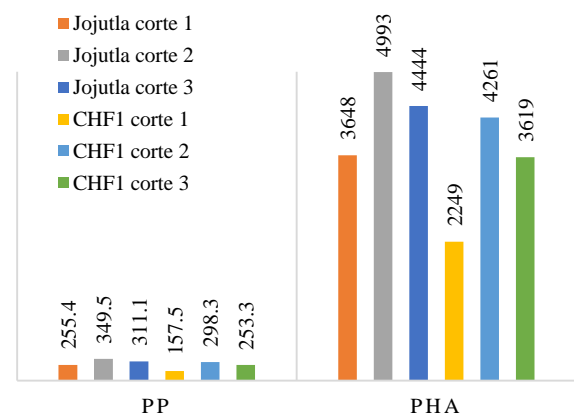


Gráfico 1 Producción de fruto por planta en gramos (PP), y de fruto por hectárea en Kg/ha (PHA)

En número de frutos, la variedad Jojutla produjo en promedio 43 frutos por planta en los 3 cortes realizados, con un peso promedio de 69 g, en tanto que CHF₁ produjo 34 frutos de 68 g en promedio (Gráfico 2).

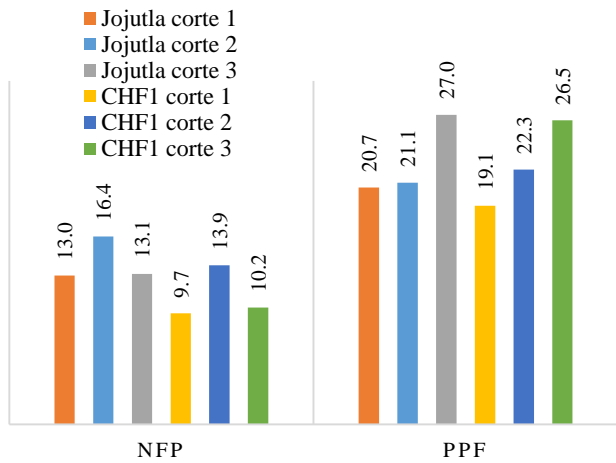


Gráfico 2 Número de frutos por planta (NFP), peso promedio de fruto en g (PPF)

Comúnmente se espera una compensación entre número de frutos y su peso promedio, de tal manera que a mayor número de frutos, su peso se reduce, sin embargo en ambas variedades se presentó un incremento en el peso promedio de fruto del corte 1 al corte 3, con diferencia estadística significativa entre los cortes 1 y 2 con el 3 (Tabla 1) a pesar de mostrar un pico en el número de frutos en el corte 2.

Por su parte, la producción de semilla por fruto fue de 0.619 y 0.598 g fruto⁻¹, respectivamente para Jojutla y CHF1. En el Gráfico 3 se muestra la producción de semilla por planta (PSP) y por corte, manifestándose en Jojutla una reducción del corte 1 al corte 3, en tanto que CHF1 muestra un pico más alto en el corte 2 y valores parecidos en los cortes 1 y 3, esto se refleja estadísticamente en la tabla 1 donde el corte 1 es estadísticamente inferior a los cortes 2 y 3. Los valores totales por fruto fueron similares a los obtenidos por Rodríguez-Burgos et al. (2011) para 5 variedades de tomate quienes obtuvieron rendimientos de semilla por fruto de 0.298 a 0.619 g fruto⁻¹.

En el presente estudio se requirieron 1634 g de fruto por g de semilla en Jojutla y 1150 g de fruto por gramo de semilla en CHF1.

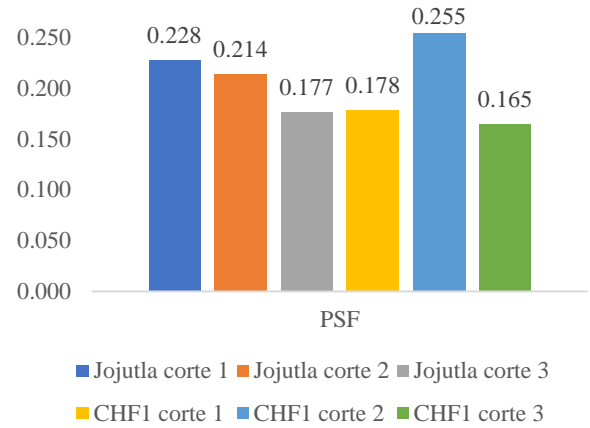


Gráfico 3 Producción de semilla por planta (PSP.)

En el Gráfico 4 se muestra la producción de semilla por hectárea, con un total de 114.5 Kg ha⁻¹ para Jojutla y 102.5 para CHF1. En la variedad Jojutla la mayor producción de semilla se presentó en el corte 1 reduciendo hacia el corte 2, 26 % menos que el corte 1 y al corte 3 con una reducción del 7% respecto al corte 2. En CHF1 la mayor producción se presentó al segundo corte con 3 % más que en el primer corte y con una reducción del 31% para el corte 3 respecto del corte 2.

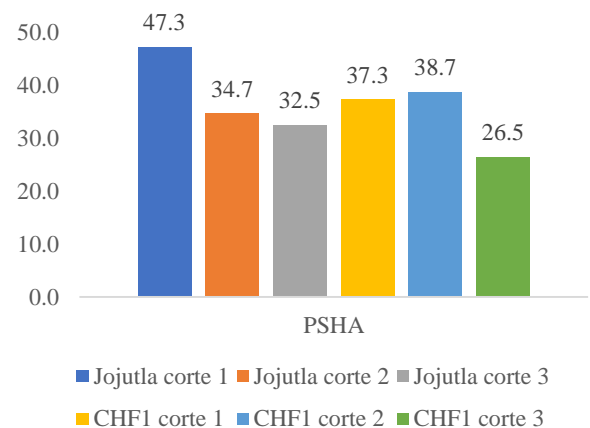


Gráfico 4 Producción de semilla por hectárea (PSHA)

La producción de semilla por ha se encuentra muy relacionada a la producción de semilla por fruto (Coeficiente de correlación 0.68) y en menor grado al número de frutos (Coeficiente de 0.23) pero negativamente asociado al peso promedio de fruto (Coeficiente de -0.69), lo que implica que no necesariamente la producción de semilla se asocia al peso del fruto. En la comparación de medias de Tukey (Tabla 1) sólo permanecieron con diferencias PPF, PSP y PE.

El PE presentó valores bajos 36.7 y 38.6 respectivamente para Jojutla y CHF CHF₁ posiblemente relacionados con la madurez a la que se cortaron los frutos, al respecto Cruz (2001), señala que no existe un indicador preciso del momento óptimo de cosecha para el fruto de tomatillo; sin embargo, se consideran como frutos comercialmente maduros, aquellos que llenan o incluso rompen la bolsa (cáliz) de protección y que además tienen una coloración verde-amarillenta.

	PPF		PSP		PSHA		PE		
1	19.9	B	1.0	B	3.7	A	41.9	A	
2	21.7	B	2.0	A	2.7	A	34.6		B
3	26.8	A	1.8	A	2.3	A	35.9	A	B

Tabla 1 Peso promedio de fruto (PPF), producción de semilla por planta (PSP) y por hectárea (PSHA) y en la evaluación de emergencia de las semillas (PE)

*valores con misma letra son estadísticamente iguales

El tamaño y peso de frutos puede ser muy variable, principalmente por el tipo de crecimiento acropétalo de la especie, que propicia al mismo tiempo frutos de distintas edades, con una apariencia similar al momento de la cosecha.

Conclusiones

Las variedades Jojutla y CHF₁ mostraron un comportamiento similar tanto en la producción de fruto como de semilla bajo cultivo hidropónico con rendimientos de fruto inferiores a los esperados (30 ton/ha en campo) debido a que sólo se pudieron realizar 3 cortes en el sistema de manejo del cultivo empleado y fecha de realización del estudio buscando producir tomate de cáscara en el invierno cuando alcanza precios atractivos.

El peso del fruto fue mayor peso conforme se realizaban cortes mientras que la producción de semilla mejoró por corte, asociado a un mayor número de frutos, en tanto que no se relacionó el peso del fruto con el rendimiento de semilla.

La calidad fisiológica de la semilla se vio afectada por realizar el corte del fruto a madurez comercial aun cuando se dejó madurar el mismo a la sombra.

Referencias

Castro B. R., P. Sánchez-García, A. Peña-Lomelí, G. Alcántar-González, G. A. Baca-Castillo y R. M. López-Romero (2000) Nitratos en el extracto celular de pecíolos y tallo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y su relación con el rendimiento en Chapingo, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6:33-38.

Cruz, L. B. 2001. Fertilización y manejo de cosecha en la producción de fruto y semilla de tomate de cáscara. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 95 p.

López-Gómez, J. D. 2018. Productividad, calidad y pungencia del chile habanero (*Capsicum chinense* jacq.) por efecto del régimen nutrimental, podas de conducción y fertilización foliar. Tesis de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. Recuperado de: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/494/LOGDMN02T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortega-Torres, A, E, 2017 Producción hidropónica de jitomate, pimiento y pepino en sustrato de fibra de coco y acrilato de potasio. Tesis Maestría en Ciencias en Ingeniería en Biosistemas. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro. Recuperado de: <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/1264/1/RI004588.pdf>

Peña L. A., J. D. Molina G., J. Sahagún C., J. Ortiz C., F. Márquez S., T. Cervantes S. y J. F. Santiaguillo H. (2008) Parámetros genéticos de la variedad CHF₁ Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14:5-11.

Peña-Lomelí, Aureliano, Ponce-Valerio, Juan J., Sánchez-del-Castillo, Felipe, & Magaña-Lira, Natanael. (2014). Desempeño agronómico de variedades de tomate de cáscara en invernadero y campo abierto. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(4), 381-391. Recuperado em 27 de abril de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000400011&lng=pt&tlng=es.

RODRÍGUEZ-GUZMÁN, Eduardo, ARELLANO-RODRÍGUEZ, Luis Javier, DE LUNA-VEGA, Alicia y ARRIAGA-RUIZ, Ma. Cruz. Producción de semilla de tomate de cáscara en hidroponía. *Revista de Ingeniería Tecnológica*. 2019

Rodríguez-Burgos, Alejo, Ayala-Garay, Oscar Javier, Hernández Livera, Adrián, Leal-León, Víctor Manuel, & Cortez-Mondaca, Edgardo. (2011). Desarrollo de fruto y semilla de cinco variedades de tomate de cáscara en Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(5), 673-687. Recuperado en 27 de abril de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000500004&lng=es&tlng=es.

SIAP-SAGARPA, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019) Cierre de la producción agrícola por cultivo. México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx> (Abril, 2019).