

Características de estomas en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y su relación con rendimiento de fruto

Characteristic estomata in husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.) and their relationship with fruit yield

Valentín Robledo Torres^{1*}, Adalberto Benavides Mendoza¹, José Gerardo Ramírez Mezquitic¹, Francisca Ramírez Godina², Norma Angélica Ruiz Torres²

Resumen

Este trabajo se realizó con el objetivo de estudiar el número de células tabloides y número de estomas adaxiales y abaxiales en hojas de tomate de cáscara, y su relación con rendimiento, así como la variabilidad de las características antes mencionadas en 35 genotipos. El experimento se inició en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en marzo del 2003. Los genotipos fueron establecidos bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental consistió de tres surcos de 4m de longitud y una separación de 1m entre surcos y 30cm entre plantas. Las variables estudiadas fueron; número de estomas adaxiales (NEH), número de estomas abaxiales (NEE), número de células tabloides adaxiales (NCTH), número de células tabloides abaxiales (NCTE) y rendimiento de fruto (RDF).

La población 2 tuvo el mayor número de estomas adaxiales (7.16), mientras que el genotipo 126USA02 tuvo el mayor número de estomas abaxiales (11.5), el número de estomas abaxiales superó en 45.8% al número de estomas adaxiales. El número de células tabloides y número de estomas no presentaron correlaciones significativas con rendimiento de fruto.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa*, estomas adaxiales, estomas abaxiales, rendimiento de fruto.

Abstract

This work was carried out with the objective of studying the number of tabloid cells, number adaxials and abaxials stomata in leaves of husk tomato, and its relationship with fruit yield, and the variability of the characteristics before mentioned in 35 genotypes. The experiment began in the Campo Agrícola Experimental of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in March 2003. The genotypes were established under an experimental design of blocks at random with three repetitions. Each experimental unit consisted of three rows of 4m of length and 1m between rows and 30cm among plants. The studied variables were; stomata adaxials number (NEH), stomata abaxials number (NEE), tabloid cells adaxials number (NCTH), tabloid cells abaxiales number (NCTE), and fruit yield (RDF).

The population 2 had the high stomata adaxials number (7.16), while the genotype 126USA02 had the high number of stomata abaxiales (11.5), the numbers of stomata abaxiales overcome in 45.8% to the number of stomata adaxials.

The length of stomata adaxials and abaxials, as well as the width of stomata abaxials showed a positive and significant correlation with fruit yield,

¹Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido, Buenavista. C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México. E mail: varoto@prodigy.net.mx. ²Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido, Buenavista. C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México.

therefore these characteristics could be used as indirect indicators of high yield genotypes.

Key words : *Physalis ixocarpa*, adaxials stomata, abaxials stomata, fruit yield.

Introducción

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) actualmente ocupa el quinto lugar entre las hortalizas, en cuanto a superficie sembrada y se distribuye en todos los estados de la Republica Mexicana, en forma silvestre, cultivada y domesticada y esta amplia variabilidad genética, consecuencia de tal distribución y diversidad de formas de la especie, puede ser útil en programas de mejoramiento genético (Peña y Márquez, 1992).

En el tomate de cáscara existe una amplia diversidad en cuanto a formas, color, tamaño, resistencia a factores adversos, y por lo tanto un largo camino por recorrer en el mejoramiento genético de esta especie. Además de estudios en la misma, en cuanto a los factores involucrados en el rendimiento de fruto, ya que actualmente los rendimientos medios son de $12,362 \text{ ton.ha}^{-1}$, considerándose bajos en relación con rendimientos experimentales de hasta 40 ton.ha^{-1} .

Los bajos rendimientos del cultivo pueden ser resultado de la falta de conocimiento respecto a variables que contribuyen al incremento del rendimiento de este cultivo. Los estomas son estructuras vegetales a través de los cuales entra el CO_2 necesario para la fotosíntesis, sin embargo también a través de ellos se realiza la transpiración, proceso físico mediante el cual la planta puede regular su temperatura, además este proceso genera una tensión que se trasmite hacia los vasos de xilema originando una succión que permite la entrada de agua y sales minerales a la planta, favoreciendo el buen desarrollo de esta. Lo anterior muestra la importancia que tienen los estomas en procesos fisiológicos fundamentales, como es la nutrición, fotosíntesis y regulación de la temperatura y una disminución en la transpiración es un importante indicador fisiológico de una condición de estrés(Chaves,1991). La principal perdida de agua de las plantas ocurre por los estomas en forma de transpiración y representa el 99% del agua tomada por las raíces. Algunos investigadores han trabajado buscando alternativas para reducir la transpiración y aumentar rendimientos(Srinivasa, 1985;Bruggink,1987).

Los estomas son estructuras epidérmicas que se encargan de controlar la transpiración en plantas y estos son más abundantes en la cara inferior de la hoja. Estos a pesar de su pequeño tamaño, constituyen una ruta muy eficiente para el intercambio gaseoso, que permite una pérdida de agua en forma de vapor de las células foliares y se difunde con rapidez al aire más seco, que se encuentra en el exterior de la hoja (Ray, 1985).

Por otro lado, la cantidad de estomas presentes en la superficie adaxial (haz) en comparación con la abaxial (envés) es característica distintiva de diferentes especies. Las plantas con mayor número de estomas en el haz son llamadas epiestomáticas, las que tienen mayor número en el envés son hipoestomáticas (caso en la mayoría de las hortalizas), mientras que aquellas con un número aproximadamente igual de estomas en haz y envés son anfiestomáticas (Barrientos-Perez y Sánchez- Colín, 1983; Barrientos-Priego y Sánchez-Colín, 1987).

Como se mencionó el carácter epiestomático o hipoestomático, se supone es una característica fija, pero fue demostrado que es susceptible de cambiar en ciertas etapas de crecimiento de la planta, respuesta a estímulos ambientales (Piña, 1994).

La frecuencia o densidad estomática, que es el número de estomas por unidad de área (mm^2), presenta una gran componente de variación ambiental, por lo que puede diferir entre plantas de la misma especie, entre hojas de la misma planta y entre sectores de una misma hoja (Esau, 1977). En muchas plantas, dos ó más células adyacentes a las oclusivas parecen estar asociadas funcionalmente a ellas y se distinguen por su morfología de otras células epidérmicas, se les llama *Células anexas o adjuntas*. Las células oclusivas son generalmente de forma arriñonada vistas de frente con engrosamiento de la membrana en los bordes superior e inferior (Esau, 1972).

Existen amplios trabajos de investigación en los cuales se busca modificar el comportamiento del estoma mediante la aplicación de antitranspirantes, aumento de la humedad ambiente, aplicación de CO_2 todo con la finalidad de incrementar el rendimiento pero no existe información respecto a la relación que existe entre rendimiento y número de estomas y células tabloides, por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar estas características y su relación con rendimiento, además de estudiar la variabilidad de estos en genotipos, de origen diverso.

Metodología Experimental

Ésta investigación se condujo en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista; Saltillo, Coahuila, México, durante el ciclo primavera- verano del 2003.

Los 35 genotipos utilizados fueron los siguientes: 1. CHF1- Chapingo; 2. Sintética Interfamiliar; 3. Familia 130; 4. Población 8; 5. Población 3; 6. Población 5; 7. Población 2; 8. Sintético intervarietal; 9. Manzano SM7R; 10. Puebla SM1; 11. Esmeralda de Mexagro; 12. Verde 3000; 13. Verde supremo; 14. Yóreme; 15. Súper morado; 16. Súper cerro gordo; 17. Tamazula SM2; 18. H30:H6P39; 19. H137:H11P13; 20. H221: H14P; 21. H223:H1P6; 22. H224:H13P14 ; 23. 191 Jal 74 ; 24. 185 Jal 68; 25. 126 USA02; 26. Puebla verde; 27. 128 BCN01; 28. 124 USA01; 29. 127 USA03; 30. 129 BCN02; 31. Cerro gordo; 32. Tomatillo Morelos; 33. Rendidora; 34. San Román; 35. Selección 04-02.

La siembra fue realizada en charolas de poliestireno de 200 cavidades el 2 de marzo del 2003 y tres semanas después se realizó el trasplante, colocando dos plantas por punto, una semana después se dejó una sola planta por punto. Previamente al trasplante se aplicó una fertilización base con la fórmula 50-80-00 y posteriormente se realizaron vía riego fertilizaciones para completar la fórmula 200-80-00(N-P-K).

En esta investigación se estudiaron las variables; 1. Número de estomas del haz (NEH), 2) Número de estomas del envés (NEE), 3. Número de células tabloides del haz (NCTH), 4). Número de células tabloides del envés (NCTE), y 5. Rendimiento de fruto (RDF).

Los genotipos fueron establecidos en campo bajo un diseño experimental de bloques al azar con 35 genotipos y tres repeticiones, la unidad experimental consistió de tres surcos de 4m de longitud y con una separación de 1m entre surcos, con acolchado plástico y riego por goteo, la separación entre plantas fue de 30cm, se tomaron 5 plantas al azar con competencia completa por cada genotipo, dando un total de 525 plantas. De cada planta se tomaron dos hojas maduras de la parte media de la planta, totalmente expandidas con posición oriente para las impresiones epidérmicas del haz (adaxiales) y dos hojas para las impresiones epidérmicas del envés (abaxiales) utilizando poliestireno-xilol en forma líquida el cual

se aplicó sobre la superficie foliar, después de que se secó la capa, esta fue removida con un trozo de cinta adhesiva transparente la cual se monto sobre un portaobjetos. En cada impresión se observaron al azar dos campos microscópicos, en un microscopio (Carl Zeiss) con el objetivo 100X, en el cual se contaron el numero de estomas y células tabloides del haz y envés. El mismo número de repeticiones y campos analizados al microscopio, lo utilizaron Miskin y Rasmusson (1970) en cebada. Con los datos obtenidos de los dos campos, de las dos hojas, de las cinco plantas de cada genotipo se obtuvo un valor medio por repetición, en cada una de las tres repeticiones. Las mejores impresiones se seleccionaron para sacar microfotografías a un aumento de 100x en blanco y negro. Para la variable rendimiento de fruto se realizaron 5 cortes de fruto los cuales se fueron sumando hasta obtener el rendimiento total. A los datos de todas las variables se les aplicó un análisis de varianza y en aquellos casos en los que hubo diferencias estadísticamente significativas entre genotipos en la variable bajo estudio, se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey (0.01). Además se estimaron los coeficientes de correlación entre las variables bajo estudio

Resultados Y Discusión

El análisis de varianza aplicado a las variables numero de estomas adaxial (LEH) de la hoja de tomate de cáscara no mostró diferencias estadísticas significativas entre genotipos, en cambio en las variables numero de estomas abaxial (NEE), numero de células tabloides del haz(NCTH), numero de células tabloides del envés (NCTE), y rendimiento, se mostraron diferencias altamente significativas entre genotipos. Entre los genotipos estudiados se encontró que el numero de estomas adaxiales varió de 2.17 a 7.16, mientras que el número de estomas abaxiales tuvo un rango de 3.67 a 11.5, con un valor medio de 4.33 y 7.99 respectivamente, encontrando 45.8 por ciento menos estomas adaxiales que abaxiales (ver Cuadro 1), por lo tanto los genotipos estudiados en esta investigación son considerados epiestomáticos, de acuerdo con lo señalado por Barrientos y Sánchez (1983).

El numero mínimo de células tabloides adaxiales por campo, fue de 18.67 en el genotipo 191JAL74 y 124USA01, mientras que el valor máximo fue de 29 presentado por la población 2, el numero de células abaxiales máximo por campo fue 36.67 y el mínimo de 20.33, al comparar los números promedios de células adaxiales y abaxiales, se encontró que la superficie abaxial tiene 17.13% mas células que la superficie abaxial y los estomas son del tipo anisocytico (ver Figura 1).

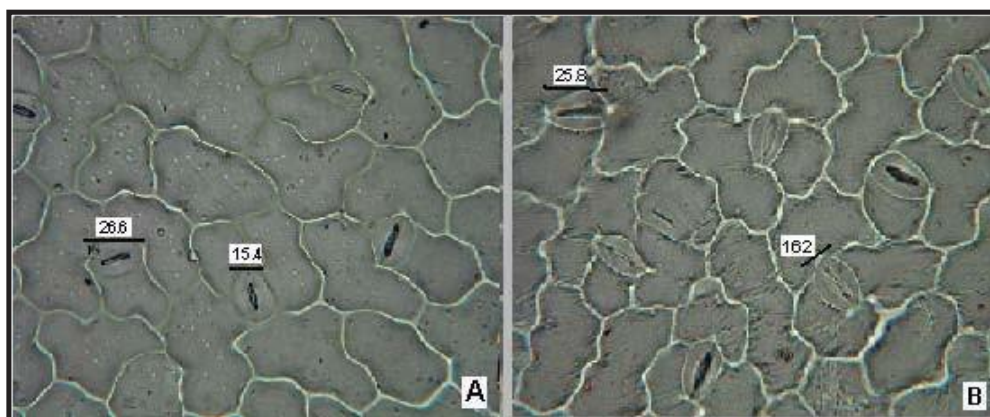


Figura 1. Distribución de estomas y células tabloides adaxiales (A) y abaxiales (B) en

el cultivo de tomate de cáscara, en Saltillo, Coahuila.

Cuadro 1. Valores medios de las variables estomáticas y rendimiento de fruto, en el cultivo de tomate de cáscara, en Saltillo, Coahuila

Geno- tipo	Numero de Estomas		Numero de Células Tabloides		Producción de fruto (gr/parcela)	
	Haz	Envés	Haz	Envés		
1	4.00 bcde	7.50 defgh	18.83 ij	20.33 j	2032.6	defg
2	3.67 cde	6.83 fgh	20.33 efghij	23.17 fghij	3474.9	b
3	4.67 abcde	7.33 efgh	19.00 ij	24.17 efghij	4389.5	a
4	5.67 abc	6.33 ghi	19.67 ghij	24.67 efghij	3315.0	bc
5	5.50 abc	10.67abc	23.83 cdefg	27.17 bcdefghi	2341.6	def
6	4.67 abcde	7.67 cdefgh	19.17 ij	29.33 bcdef	1266.2	hijkl
7	7.16 a	6.83 fgh	29.00 a	24.83 efghij	1842.5	efgi
8	4.33 bcde	7.00 efgh	24.5 bcde	24.67 efghij	1905.4	efgh
9	4.16 bcde	7.00 efgh	21.00 efghij	25.33 defghij	1187.9	hijkl
10	4.50 abcde	10.50abcd	21.50 efghij	31.83abc	395.2	n
11	3.16 cde	8.00 cdefgh	20.67 efghij	23.50 efghij	808.4	klmn
12	3.66 cde	6.17 ghi	19.83 ghij	24.00 efghij	447.4	mn
13	3.00 cde	6.83 fgh	20.50 efghij	27.50 bcdefghi	643.1	lmn
14	6.50 ab	5.00 hi	21.50 efghij	22.50 ghij	1015.4	jklmn
15	4.33 bcde	8.33 bcdefg	27.67 abc	26.67bcdefghij	1110.6	jklmn
16	3.67 cde	3.67 hi	23.00 defghi	22.83 ghij	695.1	lmn
17	4.16 bcde	8.50abcdefg	28.67 ab	29.83 bcde	1684.9	fghij
18	5.16 abcd	10.00abcde	18.83 ij	36.67 a	839.7	klmn
19	4.33 bcde	8.50abcdefg	20.50 efghij	25.67 cdefghij	2719.3	cd
20	4.00 bcde	6.00 ghi	18.83 ij	20.33 j	1438.4	ghijk
21	4.50 abcde	9.67abcdef	19.17 ij	24.50 efghij	1134.9	ijklm
22	3.83 bcde	11.17ab	22.67defghij	32.50ab	2481.9	de
23	4.00 bcde	6.33 ghi	18.67 j	21.33 ij	1191.5	hijkl
24	4.16 bcde	8.83abcdefg	24.33 cdef	28.67bcdefgh	2303.2	def
25	5.66 abc	11.50 a19.67	ghij	27.00 bcdefghi	996.6	jklmn
26	2.50 de	8.33 bcdefg	19.50 hij	25.00 efghij	860.1	klmn
27	4.00 bcde	7.00 efgh	20.67 efghij	22.33 hij	870.0	klmn
28	3.83 bcde	8.17 bcdefg	18.67 j	24.50 efghij	1141.8	ijklm
29	4.00 bcde	8.00 cdefgh	21.33 efghij	26.00 cdefghij	728.3	klmn
30	5.50 abc	6.50 ghi	26.83abcd	25.50 cdefghij	1289.8	hijkl
31	4.17 bcde	7.17 efgh	23.50cdefgh	23.33 fghij	643.7	lmn
32	4.50 abcde	9.00abcdefg	20.67 efghij	31.50abcd	1050.7	jklmn
33	4.17 bcde	6.00 ghi	19.50 hij	21.17 ij	705.4	lmn
34	2.17 e	10.50abcd	20.17 fghij	26.00 cdefghij	625.2	lmn
35	5.17 abcd	10.00abcde	20.17 fghij	28.83 bcdefg	1042.0	jklmn
Media	4.33	7.99	21.04	25.39	1311.1	
Rango	2.27 - 7.16	3.67 - 11.5	18.67 - 29.0	20.33 - 36.67	395.2 - 4389.5	

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes. (Tukey, 0.01).

Aunque existen diferencias estadísticamente significativas entre genotipos, para las diferentes características de estomas estudiadas, la poca desviación estándar en el tamaño de estomas indica que en la especie *P. ixocarpa* no existe

alta variación respecto a los caracteres antes indicados, probablemente debido a que es un carácter poco influenciado por el ambiente.

Al realizar el análisis de correlación se encontró una asociación positivas y altamente significativas entre número de estomas abaxiales con el número de células tabloides del envés ($r = 0.665$) y el número de estomas adaxiales fue el que presentó la mayor correlación con rendimiento de fruto ($r = 0.239$), aunque no fue estadísticamente significativa. El resto de las variables prácticamente no mostraron correlación con rendimiento, por lo tanto estas variables no se recomienda que sean utilizadas como índices indirectos de selección de genotipos de alto rendimiento de fruto en tomate de cáscara

Conclusiones

En los genotipos bajo estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las características, NEH, NEE, NCTH, NCTE y RDF, lo cual indica una amplia variabilidad para las características estudiadas. El análisis de correlación no mostró asociaciones estadísticamente significativas entre el número de estomas o número de células tabloides y rendimiento de fruto, por lo tanto se puede concluir que el número de estomas y número de células tabloides no son de utilidad, como un índice de selección para rendimiento en tomate de cáscara.

Literatura Citada

- Barrientos- Pérez F, S Sanchez- Colín (1983)
Height variability obtained from a new dwarf avocado tree population. *Acta Hort.* 140: 163-168.
- Barrientos-Priego A. F, S Sanchez- Colín (1987)
Stomatal density and its relationship to growth habit in avocado. *South African Avocado Growers Association Yrbk.* 10: 66-67.
- Bruggink, G.T., Schouwink, H.E., Coolen, E.A.J.M.(1987).
Effects of different day and night osmotic pressure of the nutrient solution on growth, water potentials and osmotic potentials of young tomato plants in soilless culture. *Soilless Culture.* 3(2): 8-19.
- Chaves, M.M. (1991) Effects of water deficits on carbon assimilation. *J.Expt. Bot.* 42:1-16.

- Esau, K. (1972) Anatomía Vegetal. Segunda Edición, ediciones Omega S. A. Barcelona España pp 179-181.
- Esau, K. (1977) Anatomy of seed plants. John Wiley & Sons. Inc. New York.
- Miskin K. E, D C Raasmusson (1970) Frequency and distribution of stomata in barley. Crop. Sci. 10: 575-578.
- Peña L. A., y F. Márquez S (1992) Mejoramiento Genético de tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Revista Chapingo.Serie Horticultura Vol No.2.
- Piña J. M. (1994) El cultivo del chícharo (*Pisum sativum* L.) Su respuesta bajo condiciones de acolchado de suelos y azufre elemental. Tesis de Licenciatura en Biología. División de Ciencias Biológicas ICCAC. Saltillo Coahuila.
- Ray P. M. (1985). La Planta Viviente. Compañía Editorial Continental, S. A. México pp 72-73.
- Srinivasa Rao, N.K. (1985) The effects of antitranspirants on leaf water status, stomatal resistance and yield in tomato. J. of Hort. Sci. 60(1):89-92.