

DENSIDAD ESTOMATAL DEL DURAZNERO Y NECTARINO DE RIEGO Y DEL DURAZNERO DE TEMPORAL

Hilda Pérez Barraza y José Luis Chan Castañeda ¹

RESUMEN

La densidad estomatal de las hojas es una medida importante en el análisis de las relaciones agua-planta. El objetivo de esta investigación fue determinar la densidad estomatal en hojas de 14 cultivares de duraznero y 10 cultivares de nectarino bajo condiciones de riego y de 118 selecciones de duraznero bajo condiciones de temporal. El método utilizado para determinar la densidad fue el de impresiones, en las que se hizo el recuento al microscopio. Se encontraron estomas únicamente en el envés de las hojas con una variación de 131 a 163 estomas/mm², indicando la posibilidad de seleccionar genotipos por su densidad estomatal. No se observó correlación entre el tamaño de la hoja y el número de estomas.

SUMMARY

Leaf stomatal density measurement is an important parameter to adequately analyze plant-water relationships. The purpose of this study was to determine the leaf stomatal density in 14 peach cultivars and 10 nectarine cultivars growing under irrigated conditions, and 118 peach selections under rainfed conditions. The method used imprints and microscope counts. Stomata were found only on the abaxial surface of leaves, varying in density from 131 to 163/mm², thus suggesting the possibility for selecting genotypes with lower or higher stomatal density. No correlation was observed between leaf size and stomatal density.

INTRODUCCION

La densidad estomatal de las hojas es una característica conveniente de medir al analizar las relaciones agua-planta y para encontrar indicadores que expliquen su comportamiento con relación a la intensidad y duración de la sequía. El comportamiento de los estomas, aparentemente está determinado por su posición en las hojas. En algodónero sometido a sequía los estomas del envés cerraron a un potencial hídrico más bajo que los del haz (Kies, 1982); este fenómeno también se ha observado en soya (Brady *et al.*, 1974) y en frijol (Jordan y Ritchie, 1971), que son especies anfistomatales (con estomas en ambas superficies de la hoja). En cambio, en ausencia

¹ Investigadores del Campo Agrícola Experimental de Zacatecas, Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CAEZAC-CIANOC-INIFAP).

de sequía el comportamiento estomatal fue similar en el haz y el envés, lo que indicó que al modificar las condiciones ambientales se puede modificar el mecanismo de cierre estomatal.

O'Leary y Knecht (1981) estudiaron el efecto de una elevada concentración de CO_2 sobre el número de estomas en hojas de Phaseolus vulgaris bajo condiciones ambientales controladas. Observaron una baja significativa en la densidad estomatal del envés de la hoja en altas concentraciones de CO_2 , pero no en el haz. Anteriormente Knecht y O'Leary (1972) habían encontrado que la intensidad de la luz no tuvo efecto en el número total de estomas por hoja, pero sí sobre la densidad estomatal, ya que cuando disminuyó la intensidad de la luz se incrementó el área foliar y decreció la densidad estomatal.

En un trabajo de mejoramiento genético del algodónero para aumentar su eficiencia en el uso del agua, Ray et al. (1975) encontraron que las variedades nuevas tenían más estomas que las variedades ancestrales, aunque el número de células epidérmicas por unidad de superficie fue consistentemente similar en ambos grupos, lo cual representó un cambio de la relación entre el número de células epidérmicas y el número de estomas. También observaron que los estomas de las variedades nuevas permanecieron abiertos por mayor tiempo durante el día que en las variedades ancestrales. Por lo tanto, estos autores concluyeron que en el proceso de selección para la formación de variedades adaptadas a las condiciones del altiplano de Texas, E.U.A., con alta frecuencia y velocidad de vientos, baja humedad relativa y frecuentes períodos de sequía, las hojas de las plantas fueron modificadas anatómicamente y fisiológicamente para aumentar su capacidad de intercambio gaseoso.

Kies (1982) encontró que las hojas superiores del algodónero tienen más estomas por unidad de área que las hojas basales, lo que indicó que las hojas jóvenes tenían mayor número de estomas. Los niveles de humedad también afectaron significativamente la densidad estomatal, presentándose más estomas por unidad de área en condiciones de humedad limitada en el suelo, siendo mayor tal efecto en el lado adaxial de la hoja. La variedad Upland mantuvo una baja densidad estomatal comparada con las variedades NX-1 y Pima, pero éstas presentaron mayor tasa de transpiración que Upland. Por último, este autor menciona que la densidad estomatal está relacionada con la fuente y demanda de agua, por lo que podría usarse como un criterio importante para identificar genotipos de algodónero con mayor eficiencia en el uso del agua.

Por otro lado, Dobrenz et al. (1969) encontraron una baja densidad estomatal asociada con mayor tolerancia a sequía, en panizo azul. Una disminución del 25% en la densidad estomatal de cinco poblaciones de cebada, redujo su tasa de transpiración en cerca del 24% (Millar et al., 1968). Sin embargo, Muensher (1915) no encontró relación entre frecuencia de estomas y pérdida de agua en las hojas de plantas de varios géneros.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) determinar la densidad estomatal en duraznero y nectarino de riego y duraznero de temporal, y 2) caracterizar los genotipos por densidad estomatal.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en 14 variedades introducidas de duraznero y 10 de nectarino establecidas bajo condiciones de riego en el Campo Agrícola Experimental de Zacatecas (CAEZAC). Las variedades de duraznero utilizadas fueron: Jewel, Desert Gold, Spring Crest, Spring Brite, Swanee, Melba, Franck, May Gold, Early Amber, Río Grande, Sam Houston, Desert Peach, Bonito y Nuevo. Las variedades de nectarino fueron: Sun Gold, Sun Spot, Sun Rich, Morton, Fuzalode, Nectared 2, Nectared 4, Nectared 6, Nectared 8 y Red June. También se incluyeron 118 materiales de duraznero de temporal, ubicados en los ejidos de Palmas Altas, Guadalupe Victoria y Sarabia, municipio de Jerez, Zac., estos materiales se identificaron como S_1, S_2, \dots, S_{118} , y se dividieron en los cuatro grupos marcados dentro del subproyecto de selección y evaluación de genotipos de duraznero de temporal, que se lleva a cabo en el CAEZAC; esos grupos son: 1) tolerancia a sequía; 2) época de maduración temprana; 3) época de maduración tardía; y 4) floración tardía.

La densidad estomatal se determinó con el método de impresiones propuesto por Zelitch (1961), consistente en imprimir películas de estomas en acetato de celulosa en las cuales se hace el recuento al microscopio. Debido al alto costo del acetato de celulosa, en este estudio se utilizó Resistol 850. Se tomaron dos hojas maduras al azar de dos árboles en riego y un árbol en temporal, de las que se hicieron impresiones en ambos lados de la hoja (haz y envés). El producto se aplicó en la parte media de la hoja por considerarla como la parte más representativa, ya que O'Leary y Knecht (1981) mencionan que la densidad estomatal generalmente incrementa de la base al ápice, y de la nervadura principal al margen de la hoja.

Se colocaron las impresiones en portaobjetos, para luego contar los estomas en un microscopio compuesto con ocular 10X y un objetivo 40X, que proporcionó un área de campo de 0.2 mm²; las lecturas se hicieron en cinco campos para obtener una área total de 1 mm². También se midieron la longitud y el ancho de las hojas.

Para el estudio en condiciones de riego (duraznero y nectarino), la variación de estomas entre variedades se estimó con un análisis de varianza factorial cuyos factores de variación fueron: variedades, bloques (árbol) y repeticiones (hojas del mismo árbol). Para estimar la variación del número de estomas en duraznero de temporal, en cada área de estudio (sequía, maduración temprana, maduración tardía y floración tardía) se formaron cuatro categorías, con base en el perímetro de tronco (PT); las categorías fueron las siguientes: 1) $PT \leq 15$ cm; 2) $15 \text{ cm} < PT \leq 20$ cm; 3) $20 \text{ cm} < PT \leq 25$ cm; y 4) $PT > 25$ cm. El análisis de varianza tuvo como fuente de variación a las categorías (PT) en un modelo completamente al azar. Para la comparación de medias se calculó la DMS. Además se calcularon correlaciones simples entre el tamaño de hoja y la densidad estomatal.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los muestreos realizados se observó que las variedades de duraznero y nectarino en riego y las selecciones de duraznero en temporal, presentaron estomas únicamente en el envés de las hojas maduras. Bukovac *et al.* (1979) también observaron que el haz de las hojas de duraznero no tiene estomas, por lo que la penetración del agua y productos químicos es mayor en el envés de las hojas. Esto puede ser importante para la conservación del agua en las plantas, ya que algunas especies son anfistomatales y por lo tanto pierden más agua por transpiración, como el caso del frijol, algodónero y otros.

En las variedades de duraznero en condiciones de riego se encontró una variación de 134 a 160 estomas/mm², siendo la variedad Nuevo la que presentó la menor densidad estomatal con 134 estomas/mm², seguida de la variedad Spring Crest con 139. Las variedades que presentaron mayor densidad estomática fueron Early Amber, Desert Peach y May Gold con 160, 152 y 151 estomas/mm², respectivamente (Cuadro 1). La mayoría de los cultivares tuvieron entre 140 y 150 estomas/mm².

En las variedades de nectarino la variación fue de 132 a 148 estomas/mm². Las variedades que presentaron el menor número de estomas fueron Fuzalode y Nectared 4 con

Cuadro 1. Número de estomas/mm² en hojas de duraznero bajo condiciones de riego.

V a r i e d a d	Número de estomas/mm ²	Tamaño de hoja (cm)	
		Largo	Ancho
Jewel	140	13.5	3.2
Desert Gold	142	13.5	3.2
Spring Crest	139	17.0	3.5
Spring Brite	142	16.0	3.2
Swanee	140	15.0	3.2
Melba	149	14.6	3.2
Franck	147	13.0	2.9
May Gold	151	13.9	3.3
Early Amber	160	16.0	4.0
Rio Grande	148	14.3	3.0
Sam Houston	147	14.2	3.7
Desert Peach	152	16.3	3.3
Bonito	145	13.2	3.4
Nuevo	134	14.7	3.7

DMS=11.0

132 y 134 estomas/mm², respectivamente, y las de mayor número de estomas fueron Sun Spot y Sun Rich con 148 y 147 estomas/mm², respectivamente. La mayoría de las variedades tuvieron entre 140 y 148 estomas/mm² (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de estomas/mm² en hojas de nectarino bajo condiciones de riego.

V a r i e d a d	Número de estomas/mm ²	Tamaño de hoja (cm)	
		Largo	Ancho
Sun Gold	146	15.1	3.6
Sun Spot	148	13.1	2.9
Sun Rich	147	16.2	4.0
Morton	140	15.3	3.4
Fuzalode	132	14.4	3.5
Nectared 2	137	14.9	3.6
Nectared 4	134	13.5	3.2
Nectared 6	142	14.8	3.6
Nectared 8	143	12.8	3.7
Red June	142	14.3	4.0

DMS=9.5

En el grupo de tolerancia a sequía de los materiales de temporal, se encontró una variación de 128 a 154 estomas/mm². Los materiales con menor densidad estomatal

fueron S₃₇ y S₂₆ con 128 y 129 estomas/mm², respectivamente, y los de mayor densidad fueron S₁₉, S₁₂ y S₁₈ con 150, 152 y 154 estomas/mm², respectivamente (Cuadro 3). En el mismo cuadro se puede observar que la mayoría de los materiales tuvieron entre 140 y 150 estomas/mm². Esta variación sugiere la posibilidad de seleccionar genotipos por su número de estomas por unidad de superficie, lo que podría estar relacionado con el uso y conservación del agua por planta.

Cuadro 3. Número de estomas/mm² en hojas de durazneros seleccionados por tolerancia a sequía.

		Perímetro del tronco (cm)					
PT>15		15<PT≤20		20<PT≤25		PT>25	
Sel.	Número de Estomas	Sel.	Número de Estomas	Sel.	Número de Estomas	Sel.	Número de Estomas
7	142	1	142	2	142	3	146
13	144	5	140	8	143	4	146
21	144	6	149	9	145	12	152
24	146	10	144	20	142	30	140
		11	146	26	129	32	135
		14	148	31	137	36	138
		15	148	33	138	40	145
		16	143	34	142		
		17	140	35	148		
		18	154	38	142		
		19	150	39	137		
		22	144				
		23	139				
		15	146				
		27	148				
		18	147				
		19	142				
		37	128				
Media	144		144.3		140.4		143.1
DMS=3.8							

En el grupo de maduración temprana se encontró una variación de 131 a 161 estomas/mm². Los materiales con menor número de estomas fueron S₅₂ y S₆₅ con 131 estomas/mm², y los de mayor número fueron S₄₉ y S₇₈ con 155 y 161 estomas/mm², respectivamente (Cuadro 4). Los árboles con mayor perímetro de tallo fueron los que presentaron la menor densidad con un promedio de 132 estomas/mm², mientras que los árboles con perímetro de tronco entre 15 y 20 cm fueron los de mayor densidad con un

promedio de 147 estomas/mm².

Cuadro 4. Número de estomas/mm² en hojas de duraznero seleccionados por maduración temprana.

Perímetro del tronco (cm)							
PT>15		15<PT≤20		20<PT≤25		PT>25	
Sel.	Número de Estomas	Sel.	Número de Estomas	Sel.	Número de Estomas	Sel.	Número de Estomas
41	148	44	141	42	153	65	131
52	131	46	145	43	151	66	133
57	146	50	141	45	134		
58	141	51	141	47	140		
70	145	53	147	48	146		
		55	153	49	155		
		60	146	54	139		
		61	145	56	140		
		62	149	59	149		
		72	149	63	145		
		73	141	64	138		
		74	147	67	134		
		75	149	68	151		
		80	154	69	148		
		81	150	71	144		
				76	153		
				77	136		
				78	161		
				79	139		
				82	145		
				83	146		
				84	136		
				85	149		
				86	144		
				87	144		
				88	142		
				89	142		
Media	142.2		146.5		144.6		132.0
DMS=1.6							

La variación de los materiales agrupados con base en maduración y floración tardías fue menor comparada con los grupos anteriores, pues varió de 137 a 150 estomas/mm² en ambos grupos. El material con menor densidad fue S₉₄ con 137 estomas/mm², y el de mayor fue S₉₈ con 150, en el grupo de maduración tardía (Cuadro 5). En los de floración tardía, S₁₁₈ fue el de menor número y S₁₁₇ el de mayor número, con

137 y 150 estomas/mm², respectivamente (Cuadro 6). Se puede observar en los Cuadros 5 y 6 que los materiales con PT entre 20 y 25 cm fueron los que presentaron menor densidad estomatal con un promedio de 142 estomas/mm², siendo esta categoría la que en durazneros tardíos mostró menor número de estomas/mm² en la mayoría de las áreas de estudio.

Cuadro 5. Número de estomas/mm² en hojas de durazneros seleccionados por maduración tardía.

Perímetro del tronco (cm)							
PT>15		15<PT≤20		20<PT≤25		PT>25	
Número de Sel.	Estomas	Número de Sel.	Estomas	Número de Sel.	Estomas	Número de Sel.	Estomas
		96	146	90	140	91	144
				94	137	92	142
				97	144	93	150
				99	143	95	145
				100	147	98	150
				101	143	104	143
				102	145	105	140
				103	140		
Media			146.0		142.4		144.9
DMS=3.8							

Cuadro 6. Número de estomas/mm² en hojas de durazneros seleccionados por floración tardía.

Perímetro del tronco (cm)							
PT>15		15<PT≤20		20<PT≤25		PT>25	
Número de Sel.	Estomas	Número de Sel.	Estomas	Número de Sel.	Estomas	Número de Sel.	Estomas
		106	142	108	142		
		107	146	109	141		
		114	139	110	142		
		115	150	111	141		
		116	149	112	142		
		117	150	113	146		
				118	137		
Media			146.0		141.6		
DMS=4.9							

Se encontró correlación positiva entre el largo y ancho de las hojas, tanto en variedades de duraznero ($r = 0.504$) como de nectarino ($r = 0.680$) y en tres de las cuatro categorías de los durazneros de temporal. En cambio, no se encontró correlación entre el número de estomas y el tamaño de la hoja (Cuadro 7). Al respecto, Knecht y O'Leary (1972) y O'Leary y Knecht (1981) mencionan que la densidad estomatal decrece cuando incrementa el área foliar y el número total de estomas permanece relativamente constante, aunque agregan que, en general, los cambios en la densidad estomatal están en función del ambiente.

Cuadro 7. Correlaciones simples entre número de estomas y el tamaño de la hoja en variedades de duraznero y nectarino bajo condiciones de riego y en selecciones de duraznero bajo condiciones de temporal.

Material	Número de estomas por			Longitud por ancho
	Longitud	Ancho	L/A	
Duraznero	0.177	0.136	0.063	0.504*
Nectarino	-0.203	-0.101	0.011	0.680**
Selecciones				
Gpo. 1	0.180	0.086	0.069	0.635*
Gpo. 2	0.078	0.026	0.234	0.576*
Gpo. 3	-0.118	-0.177	0.123	0.196
Gpo. 4	-0.365	-0.017	-0.381	0.734*

* Significativo ($\alpha=0.05$)

** Significativo ($\alpha=0.01$)

CONCLUSIONES

De los resultados anteriores se concluye que el número de estomas presentes en hojas maduras de duraznero en condiciones de riego y temporal y nectarino de riego varían de un genotipo a otro, existiendo entonces la posibilidad de seleccionar materiales con mayor o menor densidad estomatal. Todos los materiales examinados en esta investigación presentaron estomas únicamente por el envés de la hoja y no se encontró correlación significativa entre la densidad estomatal y el tamaño de la hoja. Tampoco se encontró correlación significativa entre el perímetro del tronco y la densidad estomatal, aunque se apreció que a mayor perímetro de tronco menor densidad estomatal.

BIBLIOGRAFIA

- Brady, R.A., W.L. Powers, L.R. Stone and S.M. Goltz. 1974. Relation of soybean leaf water potential to soil water potential. *Agron. J.* 66: 795-798.
- Bukovac, M.J., J.A. Flores and E.A. Baker. 1979. Peach leaf surfaces changes in wettability, retention, cuticular permeability, and epicuticular wax chemistry during expansion, with special reference to spray application. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 611-617.
- Devlin, R.M. 1975. *Fisiología Vegetal*. 2a. Edición. Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona, España. pp. 60,64.
- Dobrenz, A.K., L.M. Wright, A.B. Humphrey, M.A. Massengale and W.R. Kneebone. 1969. Stomata density and its relationship to water use efficiency of blue panicgrass. *Crop Sci.* 9: 354-357.
- Jordan, W.R. and J.T. Ritchie. 1971. Influence of soil water stress on evaporation, root absorption, and internal water status of cotton. *Plant Physiol.* 48: 783-786.
- Kies, N. 1982. Some aspects of water relationships of an F₁ interespecific cotton hybrid and its parents. Ph.D. dissertation. Agronomy Department. New Mexico State University. pp. 115-129.
- Knecht, G.N. and J.W. O'Leary. 1972. The effect of light intensity on stomata number and density of Phaseolus vulgaris L. leaves. *Bot. Gaz.* 133: 132-134.
- Millar, A.A., E.D. Murray and G.E. Wilkinson. 1968. Internal water balance of barley under soil moisture stress. *Plant Physiol.* 43: 968-972.
- Muensher, W.L.C. 1915. A study of the relationship of transpiration to the size and number of the stomata. *Am. J. Bot.* 2: 487-504.
- O'Leary J.C. and G.N. Knecht. 1981. Elevated CO₂ concentration increases stomata numbers in Phaseolus vulgaris leaves. *Bot. Gaz.* 142: 438-441.
- Ray, L.L., C.W. Wendt, B. Roark and J.E. Quisenberry. 1975. Genetic modification of cotton plants for a more efficient water use. In: J.F. Stone (ed.). *Plant modification for a more efficient water use*. Elsevier Scientific Pub. Co. New York. pp. 31-38.
- Zelitch, I. 1961. Biochemical control of stomatal opening in leaves. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 47: 1423-1433.