

Julia Carolina Anderson
María Verónica Rosetti
Luis Francisco Hernández

Anderson es alumna del quinto año de la carrera Ingeniería Agronómica del Departamento de Agronomía, UNS. la ingeniera agrónoma y Magister en Ciencias Agrarias Rosetti y el ingeniero agrónomo y PhD Hernández son docentes del Departamento de Agronomía de la UNS.
Contacto: jc80ander@hotmail.com

Anatomía foliar y eficiencia de uso del agua en olivos del campo experimental “Napostá”

La hoja del olivo presenta adaptaciones que evitan la pérdida excesiva de agua. Caracteres morfológicos foliares xeromórficos tales como la presencia de estomas y pelos en la cara abaxial, reducida superficie foliar, consistencia coriácea, una gruesa cutícula y el espesor de sus tejidos, se encuentran asociados a su tolerancia al estrés hídrico.

El déficit hídrico es uno de los principales factores que limitan el desarrollo de las plantas terrestres. Se estima que en regiones áridas o semiáridas su incidencia en las pérdidas de rendimiento agrícola puede llegar hasta un 70%.

En los cultivos, las pérdidas económicas causadas por restricciones hídricas pueden disminuirse a través de prácticas agronómicas adecuadas, tales como una conveniente acumulación de agua en el perfil edáfico, siembras en épocas óptimas y/o la utilización de genotipos tolerantes a estrés hídrico.

La selección de genotipos que puedan tolerar el estrés hídrico se realiza identificando caracteres morfológicos o fisiológicos asociados a la eficiencia del uso del agua.

Caracteres morfológicos asociados con la eficiencia del uso del agua (EUA)

En ambientes con restricciones hídricas los cultivos deben producir utilizando eficientemente el agua disponible. Esto implica aumentar el rendimiento por unidad de agua utilizada.

La EUA varía entre especies y entre genotipos dentro de las especies. Está determinada por mecanismos que regulan las pérdidas de agua desde las hojas, como por ejemplo la transpiración a través de los estomas. Numerosos estudios sugieren que rasgos fenotípicos que resultan en una pequeña reducción de la transpiración instantánea, pueden aumentar la EUA, ya que producen una sustancial reducción de la transpiración a largo plazo mientras que la captación de CO₂ no es afectada. Consecuentemente, se puede aumentar la EUA a través de mecanismos que regulan o determinan la conductancia estomática, que incluyen a la densidad estomática foliar, el tamaño y apertura del poro estomático, la cutícula y la capa límite.

La pubescencia foliar, característica asociada al xeromorfismo (conjunto de caracteres morfológicos y fisiológicos que brindan a las plantas protección contra la sequía), es un carácter importante para la economía del agua de las plantas. La presencia de tricomas (pelos) en las hojas, generalmente incrementa la reflectancia en el rango de la radiación fotosintéticamente activa, reduciendo la temperatura de la lámina bajo altas irradiancias. Bajo condiciones de estrés hídrico,

el efecto de la pubescencia foliar sobre la temperatura de la hoja, puede compensar la reducción de la fotosíntesis por reflectancia.

El olivo. Una especie tolerante al estrés hídrico

El olivo (*Olea europaea* L.) se considera un cultivo tolerante a la sequía. Los árboles pueden sobrevivir en suelos poco profundos, con poca agua suplementaria más allá de las lluvias de invierno. Por otro lado el olivo tiene una excelente respuesta al riego suplementario en términos de maximizar su crecimiento vegetativo y el rendimiento en relación al tamaño de los frutos y el contenido y calidad del aceite de los mismos.

Las hojas de olivo están bien adaptadas para evitar la pérdida excesiva de agua. Tienen lámina simple, elíptico-lanceoladas y margen liso. La anatomía de sus hojas ha sido muy estudiada, relacionando esta característica con la respuesta del cultivo al déficit hídrico.

La ubicación abaxial (envés de la hoja) y deprimida de sus estomas, la reducción de la superficie y el espesor de sus hojas y su consistencia coriácea (dura), junto con una gruesa cutícula cerosa y la presencia de abundantes pelos abaxiales, son caracteres morfológicos foliares que contribuyen a la tolerancia del olivo al déficit hídrico.

Estudio anatómico comparativo de las hojas de diferentes variedades de olivo

Si bien existe conocimiento de la morfología foliar del olivo, no se ha estudiado en profundidad la variabilidad cuantitativa existente en diferentes variedades que se cultivan en la Argentina. Con esta idea, en distintas variedades de olivo se llevó a cabo el estudio de características anatómicas de las hojas tales como la densidad estomática, la pubescencia y su ordenamiento histológico, las cuales están relacionadas con

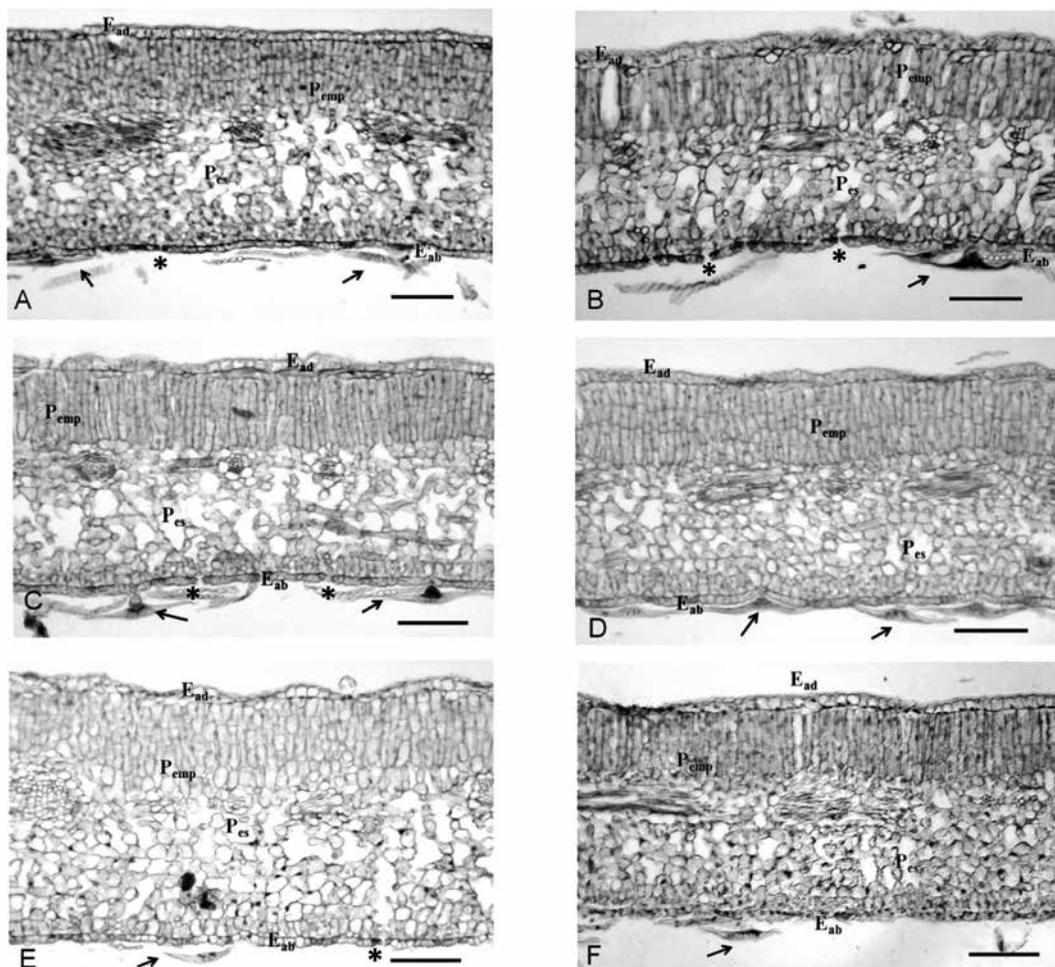


Figura 1. Cortes transversales de hojas de las variedades de olivo estudiadas: **A:** 'Arbequina', **B:** 'Barnea', **C:** 'Farga', **D:** 'Frantoio', **E:** 'Manzanilla' y **F:** 'Nevadillo'. Anatomía foliar: E_{ad} = epidermis adaxial, P_{emp} = parénquima en empalizada, P_{es} = parénquima esponjoso, E_{ab} = epidermis abaxial. Los asteriscos indican estomas y las flechas indican los tricomas peltados presentes en la E_{ab}. Escala = 100 µm.

la EUA de las plantas. Algunas de las variedades estudiadas son cultivadas en la Argentina y otras, tienen la posibilidad de ser introducidas en nuestra región por su potencial de rendimiento y la calidad de su aceite.

Para llevar a cabo este proyecto se utilizaron plantas de seis variedades de olivo de tres años de edad creciendo en el campo experimental "Napostá" del Departamento de Agronomía de la UNS en el km 35 de la RN 33 en el partido de Bahía Blanca (-38° 25'33" S, -62° 17'07" O). Las mismas fueron: 'Arbequina', 'Barnea', 'Farga', 'Frantoio', 'Manzanilla' y 'Nevadillo'.

Para el estudio se recogieron hojas al azar en la porción media de ramas jóvenes ubicadas en la zona media de la copa de las plantas. En el laboratorio se determinaron el área de la lámina, la densidad de estomas y de tricomas epidérmicos de la cara abaxial (DE_{ab} : estomas/mm²) y el contenido relativo de agua foliar (CRA_H). Éste último, es uno de los indicadores utilizados para determinar el estado hídrico de las plantas y ha presentado mayor correlación con procesos fisiológicos como la fotosíntesis, en comparación con el potencial hídrico de las hojas. Las hojas fueron procesadas mediante técnicas histológicas convencionales de fijación, inclusión, cortes transversales con micrómetro y coloración para su posterior estudio anatómico.

Las mediciones y registros fotográficos de los cortes se realizaron con un microscopio provisto de cámara fotográfica digital y micrómetro ocular.

En los cortes transversales de las hojas se apreciaron la epidermis adaxial, el mesófilo y la epidermis abaxial (Fig. 1). La epidermis presenta una sola capa de células con estomas y tricomas en la cara abaxial (Figs. 1 y 2). El mesófilo comprende tejidos parenquimáticos, vasculares y de sostén. El tejido parenquimático se divide en: parénquima en empalizada orientado hacia la cara adaxial (haz de la hoja), formado por varias capas de células alargadas en sentido perpendicular a la superficie de la hoja y con abundantes cloroplastos, y parénquima esponjoso con células de formas diversas que dejan grandes espacios intercelulares, hacia la cara abaxial (Fig. 1).

Se observaron diferencias entre variedades en los parámetros estudiados. Manzanilla y Arbequina presentaron los mayores valores promedio de espesor total de hoja, parénquima en empalizada, parénquima esponjoso, epidermis adaxial y epidermis abaxial (Tabla 1).

Arbequina presentó un parénquima en empalizada con mayor número de estratos celulares (cinco), mientras

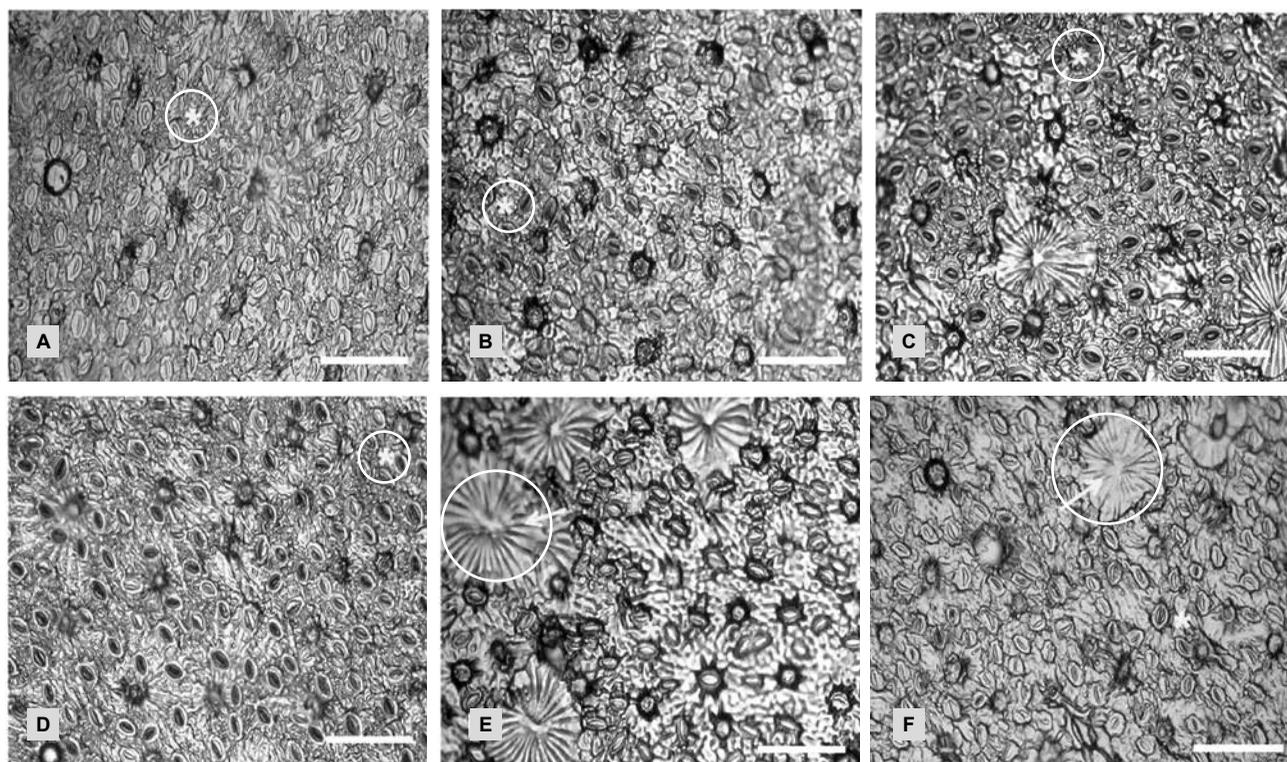


Figura 2. Imágenes de la epidermis abaxial de hojas de las variedades de olivo estudiadas **A:** 'Arbequina', **B:** 'Barnea', **C:** 'Farga', **D:** 'Frantoio', **E:** 'Manzanilla' y **F:** 'Nevadillo'. Los asteriscos indican estomas y las flechas tricomas peltados. Escala: 100 μ m.

Tabla 1. Valores promedio de los parámetros medidos en cortes transversales de hojas de las variedades de olivo estudiadas: espesor total de la hoja, del parénquima en empalizada, del parénquima esponjoso y de la epidermis adaxial y abaxial, densidad de estomas y tricomas y contenido relativo de agua (CRA_h).

Variedad	Espesor (µm)				Densidad (Nº/mm ²)			CRA _h
	Total	Parénquima en empalizada	Parénquima esponjoso	Epidermis Adaxial	Epidermis Abaxial	Estomas	Tricomas	
Farga	357,34 ab	120,37 a	202,85 a	18,46 a	15,66 a	350,02 ab	78,66 a	81,71 b
Barnea	355,02 ab	116,80 a	199,56 a	21,57 ab	17,07 a	384,15 ab	91,87 a	69,71 a
Nevadillo	339,14 a	115,64 a	189,06 a	19,00 ab	15,43 a	421,15 bc	94,39 a	82,65 b
Frantoio	334,53 a	103,28 a	194,83 a	20,48 ab	16,26 a	475,63 c	83,86 a	84,35 b
Arbequina	419,08 b	147,90 a	231,12 b	21,89 ab	17,86 a	485,02 c	75,55 a	78,49 ab
Manzanilla	577,28 c	240,45 b	294,54 c	23,38 b	18,89 a	335,65 a	93,02 a	77,19 ab

que Manzanilla y Frantoio presentaron mayor número de estratos hipodérmicos abaxiales (Fig. 1).

La densidad estomática fue significativamente mayor ($p < 0,01$) en Arbequina y Frantoio y menor ($p < 0,01$) en Manzanilla que en el resto de las variedades (Fig. 2, Tabla 1). Se observaron abundantes tricomas en la epidermis abaxial de todas las variedades, promediando 86 tricomas/mm² (Tabla 1). Frantoio, Nevadillo y Farga presentaron los valores más altos de CRA_h (Tabla 1) y mayor área de la lámina (458 mm² en promedio, en comparación con 309 mm² promedio de las otras tres variedades).

Conclusiones

Luego del análisis de correlación entre todas las variables analizadas, solamente en las variedades Frantoio, Nevadillo y Farga se apreció que la densidad estomática, el área de la lámina y la pubescencia son los parámetros foliares que más se relacionan con el CRA_h. Aun cuando en el olivo puede existir una gran variabilidad en la mayoría de los caracteres estudiados, estos rasgos morfológicos y anatómicos de la hoja podrían ser considerados como un criterio efectivo para ser incluidos en los programas de mejoramiento de la EUA de estas variedades.

Bibliografía

Casadebaig, P., Debaeke, P. & Lecoeur, J. (2008). Thresholds for leaf expansion and transpiration response to soil water deficit in a range of sunflower genotypes. *European Journal of Agronomy*, 28, 646-654.

Giménez, C., Fereres, E., Ruiz, C. & Orgaz, F. (1997). Water relations and gas exchange of olive trees: Diurnal and seasonal patterns of leaf water potential, photosynthesis and stomatal conductance. *Acta Horticulturae*, 449, 411-415.

Hernández, L. F. & Green, P. B. (1993). Transductions for the expression of structural pattern: Analysis in sunflower. *The Plant Cell*, 5, 1725-1738.

Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas Carbó, M. & Gulías, J. (2007). Eficiencia en el uso

del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas*, 43, 63-84.

Moreno, I. (2008). Evaluación de parámetros morfológicos e histológicos y su relación con el periodo juvenil de plantas de semilla de olivo (*Olea europaea* L.). Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, España.

Ruzin, S. E. (1999). *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford, New York: Oxford University Press.

Yoo, C. Y., Pence, H. E., Hasegawa, P. M. & Mickelbart, M. V. (2009). Regulation of Transpiration to Improve Crop Water Use. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28, 410-431.