

PUBESCENCIA FOLIAR EN GIRASOL Y SU INFLUENCIA SOBRE LA DISIPACION DE CALOR DESDE LA HOJA.

L.F. Hernández y G.A. Orioli - Departamento de Agronomía-CERZOS, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, ARGENTINA.

ABSTRACT

Trichomes of several sunflower cultivars were observed on adaxial and abaxial leaf epidermis imprints. Hair density (trichomes/mm²) ranged between 24-45 and 19-31 for the adaxial and abaxial surface respectively. Significant differences ($P < 0.05$) were found among two surfaces and cultivars. Using small square pieces of leaves from the lowest adaxial hair density cultivar (24.3 hairs/mm²) and the highest one (44. hairs/mm²) the energy budget was determined heating them with a light source into a very low speed (15 cm/s) wind chamber. Average surface temperature was recorded with thermocouples attached to the lower surface of the model. It was observed that leaves with dense hairs gain heat more slowly and lost when they were cooled approximately 1.0°C more than those with low hair density, suggesting that the presence of hairs increased heat dissipation by forced convection. Although direct evidence is scanty, leaf pubescence in sunflower could be taken into account as an important morphological character related to water economy of the crop.

RESUMEN

Impresiones adaxiales y abaxiales de la epidermis de las hojas, se utilizaron para observar tricomas de algunos cultivares de girasol. La densidad de pelos (tricomas/mm²) osciló entre 24-45 y 19-31 para la superficie adaxial y abaxial respectivamente. Se hallaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dos superficies y cultivares. Utilizando pequeños segmentos de hojas de baja densidad (24,3 pelos/mm²) y de alta densidad (44,7 pelos/mm²) de pelos adaxiales se determinó el balance de energía calentando los mismos con una fuente de luz y dentro de una cámara de viento de baja velocidad (15 cm/s). La temperatura promedio de la superficie fue registrada con termocuplas colocadas sobre la superficie inferior del modelo. Se observó que las hojas con densa pubescencia ganaron calor más lentamente y perdieron, cuando fueron enfriadas, aproximadamente 1,0°C más que aquellas con baja densidad de pelos, sugiriendo que la presencia de estos aumentó la disipación de calor por convección forzada. Aunque las evidencias son escasas, la pubescencia foliar en girasol podría ser tenida en cuenta como un caracter morfológico importante relacionado con la economía del agua del cultivo.

INTRODUCCION

El desarrollo de tricomas foliares en algunas especies, ha sido interpretado como un fenómeno adaptativo desde el punto de vista de la economía del agua y de la protección contra el ataque de organismos fitopatógenos (Levin, 1973; Johnson, 1975). Las evidencias demuestran que la pubescencia foliar tiene efectos favorables sobre la economía del agua de la planta como consecuencia de un aumento en la reflectancia de la luz, el espesor de la capa límite y por lo tanto en la resistencia a la difusión del vapor de agua desde la superficie de las hojas (Wuenschel, 1970; Gorashy et al., 1971; Monteith, 1973; Johnson, 1975; Elheringer et al., 1976; Jones, 1976).

La información sobre la presencia y morfología de los tricomas en girasol es escasa. Sin embargo, algunos autores indican que ciertas especies de Helianthus presentan una alta densidad de tricomas en la superficie de las hojas (Begg y Turner, 1976), lo cual podría ser considerado como un importante factor para regular la radiación interceptada por las mismas ó las pérdidas de calor por convección. Esta característica morfológica se sumaría a otros mecanismos por los cuales la especie regula la transpiración como por ejemplo el cambio de la disposición espacial de las hojas en horas de alta insolación (Shell et al., 1974) ó bajo estrés hídrico (Rawson, 1979).

Este trabajo estuvo orientado a cuantificar la pilosidad de las hojas de diferentes cultivares de girasol y determinar su influencia sobre la disipación de calor.

MATERIALES Y METODOS

Estudio de la pubescencia foliar

Se utilizaron plantas de girasol de los cultivares híbridos Dekalb G-90, Dekalb G-97 y experimentales Cargill R-4, T55946 y T55813 crecidas en condiciones de campo.

Seis hojas de cinco plantas de cada cultivar fueron tomadas en el período de antesis a partir de las capas intermedias de la canopia; de cada una de ellas fueron cortadas de la zona media de la lámina, dos muestras de tejido las cuales fueron fijadas en solución formol-aceto-alcohólica (Berlyn y Miksche, 1976) y guardadas en frío (2°C) hasta su preparación para la observación de tricomas. La observación y recuento de tricomas se realizó sobre impresiones obtenidas de la cara adaxial y abaxial de las secciones de hojas, utilizando un microscopio con retícula ocular en un campo de 0,67 mm², contando el número total de tricomas en tres campos por impresión.

Muestras de tejido foliar para la examinación con microscopía electrónica de barrido (MEB) fueron obtenidas de plantas de los cultivares mencionados crecidas en invernáculo y preparadas de acuerdo a las técnicas descritas por Parsons et al., (1977). Segmentos de las hojas fueron cortados, montados con cinta adhesiva sobre soportes de cobre y observados inmediatamente en el MEB (JEOL, JSM-U3) operando a 6 kV.

Estudio de la temperatura foliar

Hojas de los cultivares que presentaron el más alto y el más bajo valor de pubescencia adaxial (cvs. T55813 y R-4 respectivamente) fueron montadas sobre una lámina cuadrangular de cobre de 30 µm de espesor y 400 mm de lado y cubiertas mediante aspersión con una delgada película de tinta negra. Cada modelo fue colocado dentro de una pequeña cámara de viento tal como se observa en la Fig. 1 y calentado con una lámpara incandescente (200 W) colocada 14 cm por encima de la cámara. La energía incidente sobre la superficie del modelo al iniciar el experimento fue de 528 W/m². Un flujo laminar de aire (15 cm/s) fue generado por un ventilador y a través de una entrada múltiple ubicada en un costado de la cámara sobre el mismo plano del modelo (Fig. 1). La temperatura del aire fue medida con una termocupla colocada cerca de la salida del flujo de aire. El flujo de aire fue interrumpido alternativamente registrando las fluctuaciones de la temperatura producidas en el modelo. La temperatura del modelo fue registrada con 5 termocuplas conectadas en paralelo y colocada sobre la superficie inferior del mismo. El registro fue detectado por un registrador Cole Parmer y un microvoltímetro Wescor MJ 55.

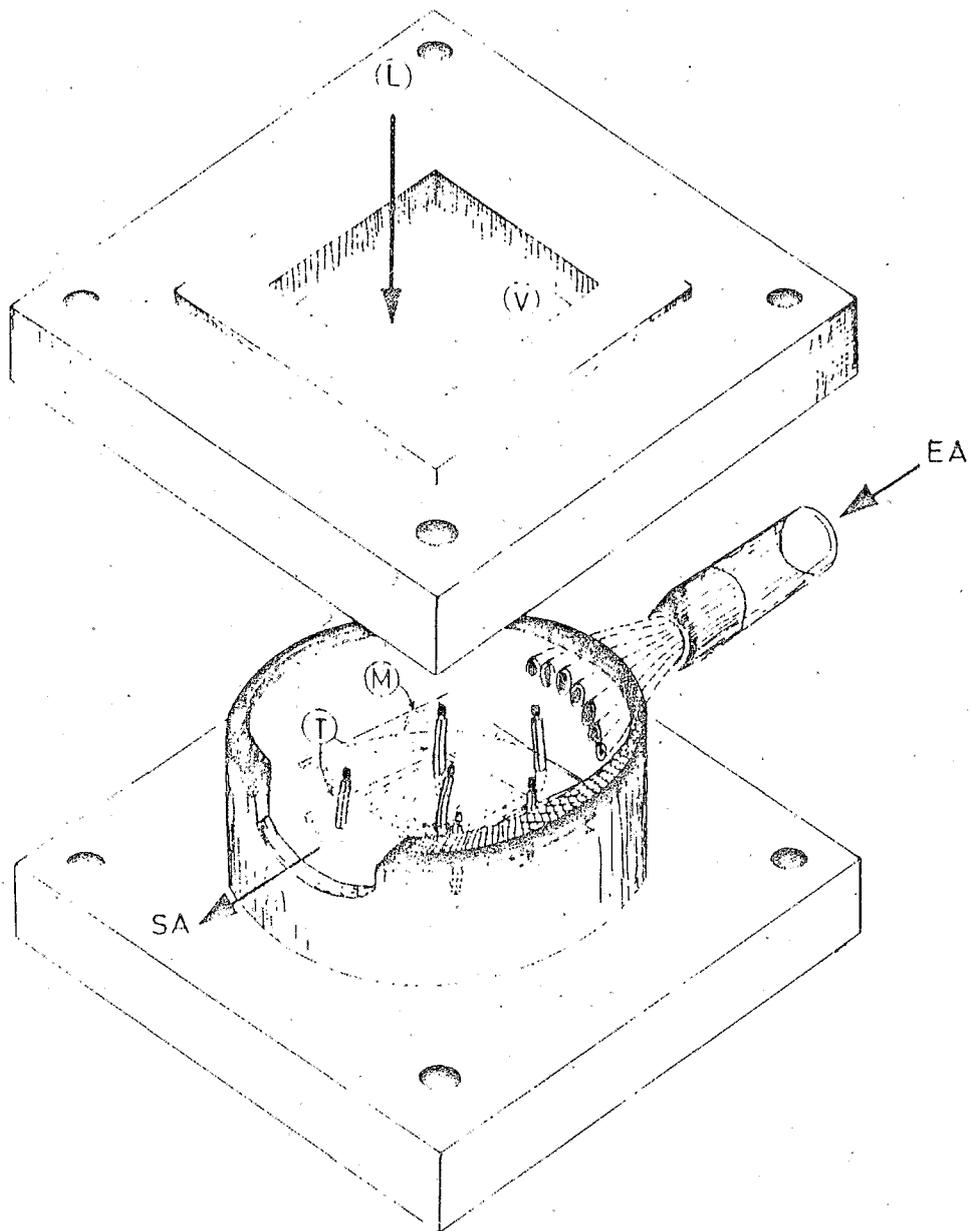


FIGURA 1 : Esquema de la cámara de viento utilizada para determinar los cambios de temperatura en los modelos de hoja utilizados en el experimento.

L. Luz; V: Ventana transparente; T: Termocuplas; M: Modelo; EA: Entrada del aire; SA: Salida del aire.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos indicaron la existencia de diferencias significativas en el número de tricomas/mm² adaxiales y abaxiales solamente entre el cultivar T55813 y el resto de los cultivares estudiados, con valores que oscilaron entre 24 y 44 tricomas/mm² para la superficie adaxial y 19-31 tricomas/mm² para la superficie abaxial (Tabla 1). Los valores de pubescencia entre ambas superficies y entre un mismo cultivar, en ningún caso fueron diferentemente significativas (Tabla 1). Se observó que la densidad de tricomas es alta en esta especie comparándola con otras especies de cultivo (Wooley, 1964; Quarrie y Jones, 1977).

El estudio de la superficie foliar mediante MEB determinó la presencia de dos tipos de tricomas: glandulares procumbentes y no glandulares unicelulares uniseriados (resultados no mostrados aquí). La proporción fue estimada en 55% de tricomas glandulares y 45% de tricomas no glandulares.

Los cambios de temperatura registrados en los modelos de hojas con alta y baja pubescencia (Fig. 2) mostraron la influencia que, bajo determinadas condiciones, puede tener la presencia de tricomas sobre la disipación de calor. Las hojas con mayor densidad de tricomas mostraron una tendencia a ganar temperatura más lentamente (Fig. 2) pero al aplicarse el flujo de aire se enfriaron más rápidamente y en mayor proporción (aproximadamente 1,0°C) que las hojas con menos densidad de tricomas.

La temperatura máxima alcanzada por ambos modelos fue la misma (Fig. 2), por lo tanto las pérdidas de calor de la superficie por reirradiación fueron semejantes. La diferencia de temperatura mínima, entonces pudo ser atribuida en este caso principalmente a disipación de calor por convección. Ello se ve apoyado por el hecho que la relación entre la superficie aparente de las hojas S_a , (medida directamente) y la superficie real, S_r (Superficie aparente + Superficie externa de los tricomas) (Woolpert, 1962) es mayor en las hojas con alta densidad de tricomas (Tabla 1), lo cual indica una mejor capacidad de disipación de calor.

Los tricomas foliares se encuentran en la interfase hoja-atmósfera (Wuenschel, 1970) y por lo tanto ello beneficia al intercambio de energía entre la hoja y el medio ambiente. Dado que este cambio de energía tiene gran influencia en la temperatura de la hoja y su ritmo de transpiración (Gates, 1968; Monteith, 1973; Ehleringer, 1980), es muy importante el conocimiento que se pueda elaborar sobre la pubescencia foliar y sus relaciones con el medio ambiente.

Esta característica morfológica podría ser manejada genéticamente (Ringlund y Eberson, 1968; Leisle, 1974; Burton y Powell, 1968; Gibson y Maiti, 1983) para obtener en base a ello cultivares orientados a ser utilizados en zonas de alta insolación y con limitaciones en la disponibilidad de agua.

Posteriores estudios permitirán comprobar in vivo la magnitud del cambio de temperatura de las hojas con diferente densidad de tricomas y el efecto que esta característica pudiera tener sobre algunos procesos fisiológicos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con fondos provistos por la SUBCyT, CIC y CONICET.

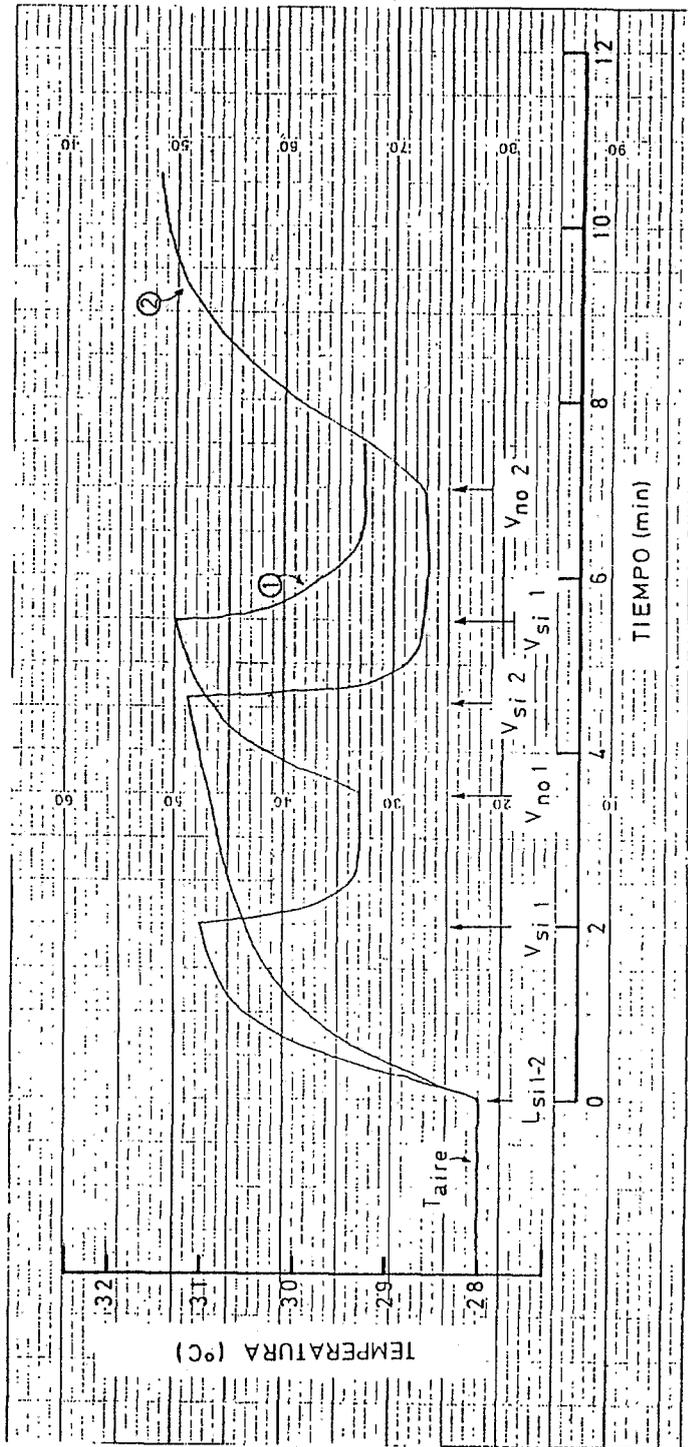


FIGURA . 2 : Registro de la variación de la temperatura de los modelos en función del tiempo y de acuerdo al grado de pubescencia de los mismos. Comenzando desde la izquierda, el registro muestra el calentamiento y enfriamiento de las hojas cuando el flujo de aire se aplica o se interrumpe.

1 : Modelo con menor densidad de tricomas/mm² ; 2 : Modelo con mayor densidad de tricomas/mm² ; L_{si} : Encendido de la luz ; V_{si} : Aplicación del flujo de aire ; V_{no} : Interrupción del flujo de aire.

TABLA 1 : Superficie aparente (Sa), superficie real (Sr), relación Sr/Sa y número de tricomas/mm² de las hojas de los diferentes cultivares de girasol estudiados.

Cultivar	Superficie promedio de las hojas (Sa) (cm ²)	Pubescencia (Tricomas/mm ²)		Superficie real (Sr) (*)	Sr/Sa
		ADAXIAL	ABAXIAL		
G-97	290,5	29,33 a	23,85 a	447,3	1,54
G-90	465,3	28,42 a	19,67 a	711,9	1,53
R-4	400,9	24,78 a	20,82 a	589,3	1,46
T55946	508,7	24,29 a	21,04 a	742,7	1,46
T55813	405,3	44,70 b	31,52 b	737,6	1,82

(*) Este valor comprende la suma de la superficie aparente y la superficie exterior de los tricomas glandulares y no glandulares.

a-b: el promedio entre cada cultivar de la pubescencia adaxial y abaxial seguido por la misma letra, no es significativamente diferente al nivel del 5% por el test de rango múltiple de Duncan. Las diferencias entre los valores de pubescencia adaxial y abaxial entre un mismo cultivar en ningún caso son significativas.

REFERENCIAS

- BEGG, J.E. y TURNER, N.C. 1976. Crop water deficits. *Advances in Agronomy* 26, 161-217.
- BERLYN, G.P. y MIKSCH, J.P. 1976. *Botanical Microtechnique and Citochemistry*. Iowa State University Press. Iowa, U.S.A.
- BURTON, G.W. y POWELL, J.B. 1968. Pearl millet breeding and cytogenetics. *Advances in Agronomy* 2, 49-89.
- EHLERINGER, J., BJORKMAN, O. y MOONEY, H.A. 1976. Leaf pubescence: effects on absorption and photosynthesis in a desert shrub. *Science* 192, 376-377.
- EHLERINGER, J. 1980. Leaf morphology and reflectance in relation to water and temperature stress. En: Turner, N.C. y Kramer, J.P. (Eds.) *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress*. John Wiley and Sons, New York, 295-308.
- GATES, D.M. 1968. Transpiration and leaf temperature. *Annual Review of Plant Physiology* 19, 211-238.
- GHORASHY, S.R., PENDLETON, J.W., PETERS, D.B., BOYER, J.S. y BEUERLEIN, J.E. 1971. Internal water stress and apparent photosynthesis with soybean differing in pubescence. *Agronomy Journal* 65, 674-676.
- GIBSON, P.T. y MAITI, R.K. 1983. Trichomes in segregating generations of *Sorghum* matings. I. Inheritance of presence and density. *Crop Science* 23, 73-75.
- JOHNSON, H.B. 1975. Plant pubescence: an ecological perspective. *The Botanical Review* 41, 233-258.
- JONES, H.G. 1976. Crop characteristics and the ratio between assimilation and transpiration. *Journal of Applied Ecology* 13, 605-622.

- LEISLE, D. 1974. Genetics of leaf pubescence in durum wheat. *Crop Science* 14, 173-174.
- LEVIN, D.A. 1973. The role of trichomes in plant defense. *The Quarterly Review of Biology* 48, 3-15.
- MONTEITH, J.L. 1973. *Principles of Environmental Physics*. Edward Arnold. London.
- PARSONS, E., BOLE, B., HALL, D.J. y THOMAS, D.E. 1974. A comparative survey of techniques for preparing plant surfaces for the scanning electron microscope. *Journal of Microscopy* 101, 59-75.
- QUARRIE, S.A. y JONES, H.G. 1977. Effects of abscisic acid and water stress on development and morphology of wheat. *Journal of Experimental Botany* 28, 192-203.
- RAWSON, H.M. 1979. Vertical wilting and photosynthesis, transpiration and water use efficiency of sunflower leaves. *Australian Journal of Plant Physiology* 6, 109-120.
- RINGLUND, K. y EVERSON, E.H. 1968. Leaf pubescence in common wheat, Triticum aestivum L., and resistance to the cereal beetle, Oulema melanopus (L.). *Crop Science* 8, 705-710.
- SHELL, G.S.G., LANG, A.R.G. y SALE, P.J.M. 1974. Quantitative measures of leaf orientation and heliotropic response in sunflower, bean, pepper and cucumber, *Agricultural meteorology* 13, 25-37.
- WOLPERT, A. 1962. Heat transfer analysis of factors affecting plant leaf temperature. Significance of leaf hair. *Plant Physiology* 37, 113-120.
- WOOLLEY, J.T. 1964. Water relations of soybeans leaf hairs. *Agronomy Journal* 56, 569-571.
- WUENSCHER, J.E. 1970. The effect of leaf hairs of Verbascum thapsus on leaf energy exchange. *The New Phytologist* 69, 65-73.