

Los tricomas foliares en la caracterización de un grupo de especies del género *Quercus*, sección *Lobatae* (Fagaceae)

SUSANA VALENCIA ÁVALOS*
ALFONSO DELGADO SALINAS**

Resumen. Se presenta la distribución de los tricomas en el envés de hojas maduras y los tipos de tricomas foliares analizados al microscopio electrónico de barrido (MEB) de 25 especies de la sección *Lobatae* del género *Quercus*. Se encontraron dos grupos generales: tricomas glandulares y no glandulares, estos últimos con cuatro variantes: fasciculados estipitados, fasciculados sésiles, multirradiados y estrellados; los primeros son los más frecuentes en las especies analizadas.

Palabras clave: tricomas, *Quercus*, sección *Lobatae*, Fagaceae.

Abstract. Trichome distribution on the abaxial surfaces of mature leaves, and trichome types were examined under scanning electron microscope (SEM) for 25 *Quercus* (section *Lobatae*) species. Two trichome groups were established: glandular and nonglandular. The non-glandular ones are classified into four types: stipitate-fasciculate, sessile-fasciculate, multiradiate, and stellate. The stipitate-fasciculate type was more commonly found in all examined species.

Key words: trichomes, *Quercus*, section *Lobatae*, Fagaceae.

Introducción

Los tricomas foliares presentan un alto valor taxonómico en algunos grupos de plantas; en los encinos han probado ser una de las herramientas más útiles en la caracterización de especies, tanto en aspecto y cantidad, como en tipo y persistencia, ya que se ha visto su constancia en la mayoría de las especies (Muller, 1942). En el género *Quercus* los tricomas corresponden a glandulares vermiformes y a no

*Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM, Apartado postal 70-399, Del. Coyoacán, 04510, México D.F.

**Instituto de Biología, UNAM, Departamento de Botánica. Apartado postal 70-367, Del. Coyoacán, 04510, México D.F.

glandulares. De acuerdo con Thomson y Mohlenbrock (1979), los tricomas glandulares en este género no presentan gran variación, por lo que su utilidad taxonómica es limitada. Por otra parte, los tricomas no glandulares, principalmente en cuanto a tipo y características particulares, son de gran valor para la delimitación de especies en *Quercus* y, en algunos casos, han servido para la determinación de híbridos (Hardin, 1979).

Con base en esto, Jones (1986) utilizó los tricomas para elaborar una propuesta de clasificación de los géneros de la familia Fagaceae; Spellenberg (1992) utilizó los tricomas foliares para distinguir a *Quercus macvaughii* como una especie nueva y diferente de *Q. crassifolia* Humb. et Bonpl.; Manos (1993) realizó un estudio de la variación de los tricomas foliares en la sección *Protobalanus* del género *Quercus* y Spellenberg (1995) estudió (entre otros caracteres) la morfología y el indumento de las hojas, lo que le permitió sugerir la naturaleza híbrida de *Q. basaseachicensis* C. H. Müll.

Más tarde, Spellenberg y Baccon (1996) presentaron la taxonomía de la subsección *Racemiflorae* de encinos rojos, principalmente con base en características de las inflorescencias y de la pubescencia foliar. Posteriormente, Spellenberg (1998) comparó, mediante caracteres de morfología foliar y de los tricomas, ejemplares de *Quercus lesueri* C. H. Müll., *Q. gambelii* Nutt. y *Q. arizonica* Sarg., proponiendo a la primera como una especie de origen híbrido a partir de las dos últimas.

El propósito del presente trabajo es explorar de manera cualitativa la distribución y morfología de los tricomas del envés de las hojas maduras de 25 especies de encinos de la sección *Lobatae* (encinos rojos) analizadas al microscopio electrónico de barrido (MEB) y adicionar datos que puedan caracterizar a las especies involucradas. Este trabajo forma parte de una revisión morfológica y taxonómica de especies de la sección *Lobatae*, cuyo objetivo principal es conocer las relaciones filogenéticas en dicho grupo.

Método

Se analizaron macroscópicamente las hojas maduras de 25 especies de encinos rojos para revisar la distribución cualitativa que presentan los tricomas sobre la superficie del envés de las mismas.

Se decidió muestrear sólo hojas maduras, debido a que la mayoría de las hojas de encinos son completamente pelosas en ambas superficies cuando emergen de las yemas y paulatinamente van perdiendo los tricomas (o no, dependiendo de las especies), hasta llegar a su completa madurez que se caracteriza porque dejan de crecer; entonces, los tricomas que quedan se desprenden con dificultad y la lámina adquiere una consistencia coriácea o coriáceo-papirácea (dependiendo de la especie). Desde que emergen de la yema y hasta que adquieren las características de madurez, reciben el nombre de hojas jóvenes, lo que implica heterogeneidad en el

grado de juventud de las mismas y consecuentemente en el grado de pelosidad que presentan, por lo que incluir hojas jóvenes o inmaduras en un estudio de este tipo, introduciría heterogeneidad en el muestreo.

Las mismas 25 especies se analizaron al MEB para caracterizar los tipos de tricomas foliares, para lo cual se tomaron muestras de la parte media de hojas maduras provenientes de uno a tres ejemplares herborizados por especie (véase Apéndice para citas de ejemplares utilizados, previa autorización de los responsables de las colecciones correspondientes). Las muestras consistieron de fragmentos cuadrados, aproximadamente de 0.7 mm de lado; éstas se montaron en los portamuestras con el envés hacia arriba y se cubrieron con oro bajo una ionizadora Emitech K 500; después fueron examinadas y fotografiadas mediante el empleo del MEB Hitachi 2460-N.

Aunque en el Apéndice sólo se cita el material revisado bajo el MEB, también se revisaron al microscopio estereoscópico la mayoría de los ejemplares de las especies involucradas en este trabajo, que se encuentran depositados en los herbarios MEXU y FCME, con los cuales se complementaron las observaciones aquí presentadas.

Los aspectos analizados son solamente cualitativos. Los posibles aspectos cuantitativos, como número de radios por tricoma, no se consideraron, debido a que el tamaño de muestra procesado por especie para tal propósito, no era el adecuado.

Resultados

En primer lugar se revisó la distribución de los tricomas sobre la superficie del envés de las hojas en las especies de encinos incluidas. Se reconocieron cuatro grupos (Cuadro 1):

Pelosa. Los tricomas cubren totalmente la superficie del envés de las hojas.

Glabrescente. Los tricomas están regularmente distribuidos en la superficie del envés, su abundancia y distribución permiten ver la epidermis; su abundancia aumenta ligeramente hacia las axilas de las venas secundarias, hacia la vecindad de la vena media y/o hacia la base de las hojas.

Axilo-pelosa. Se conservan sólo algunos tricomas en las axilas de las venas secundarias.

Glabra. Sin ningún tipo de tricoma sobre su superficie.

La mayoría de las especies estudiadas pertenecen a los grupos glabrescente y axilo-pelosa. Se resalta la posición de *Quercus emoryi* Torr., *Q. gentryi* C. R. Müll. y *Q. laurina* Humb. et Bonpl. que pueden ubicarse como glabrescentes o axilo-pelosos, dependiendo de los ejemplares analizados (Cuadro 1).

Otro aspecto estudiado fueron los tipos de tricomas que se presentan en el envés de las hojas de las mismas especies, en las cuales se encontraron dos tipos:

Cuadro 1. Relación de las especies del género *Quercus* analizadas y la distribución de tricomas en la superficie del envés

Pelosa	Glabrescente	Axilo-pelosa	Glabra
<i>Q. crassifolia</i>	<i>Q. mexicana</i>	<i>Q. acutifolia</i>	<i>Q. pinnativenulsa</i>
<i>Q. candicans</i>	<i>Q. emoryi*</i>	<i>Q. aristata</i>	<i>Q. mullerii</i>
	<i>Q. elliptica</i>	<i>Q. aff. eugeniifolia</i>	
	<i>Q. acherdophylla</i>	<i>Q. ocoteifolia</i>	
	<i>Q. saltillensis</i>	<i>Q. rubramenta</i>	
	<i>Q. laurina*</i>	<i>Q. viminea</i>	
	<i>Q. gentryi*</i>	<i>Q. depressa</i>	
	<i>Q. eduardii</i>	<i>Q. affinis</i>	
	<i>Q. crispipilis</i>	<i>Q. seemanni</i>	
		<i>Q. benthamii</i>	
		<i>Q. crispifolia</i>	
		<i>Q. sapotifolia</i>	

*Se observó variación en el grado de pubescencia que presentan estas tres especies dependiendo de los ejemplares que se revisaron, pueden ser glabrescentes o axilo-pelosas.

glandulares vermiformes y no glandulares. Los tricomas glandulares vermiformes son del tipo uniseriado y se encontraron en 11 de las 25 especies analizadas, las diferencias observadas en éstos sólo corresponden a su longitud. Se agruparon en dos de acuerdo a este aspecto: los más cortos miden entre 50 y 100 μ m (Fig. 1); son escasos y se concentran hacia la vecindad de la vena media o sólo en las axilas de las venas secundarias; los más largos miden más de 150 μ m (Fig. 2) y aunque también pueden ser escasos, su distribución no se restringe a la vecindad de la vena media (Cuadro 2).

Cabe mencionar que la actividad glandular de este tipo de tricoma fue observada en el envés de algunos de los ejemplares revisados al microscopio estereoscópico.

Respecto a los tricomas que no son glandulares, exceptuando *Quercus mullerii* Martínez y *Q. pinnativenulosa* C. R. Müll., cuyas hojas son completamente glabras, el resto de las especies analizadas presentan tricomas de este tipo en el envés de las hojas. Se observaron cuatro formas diferentes, que se nombran y se describen según Jones (1986):

Tricoma fasciculado sésil (tipo 5 en Jones, 1986). Se caracteriza por la posesión de más de dos elementos unicelulares de pared gruesa unidos entre sí sólo en la base. Este tipo sólo se observó en *Quercus eduardii* Trel. con la variación de presentar los radios contortos (Fig. 3).

Tricoma estrellado (tipo 6 en Jones, 1986). Consiste de tres o más elementos unicelulares y generalmente de pared gruesa, los elementos radian desde un punto de unión en una forma paralela o casi paralela a la superficie. Se han observado dos formas de estos tricomas: los elementos de la forma más común ocupan un

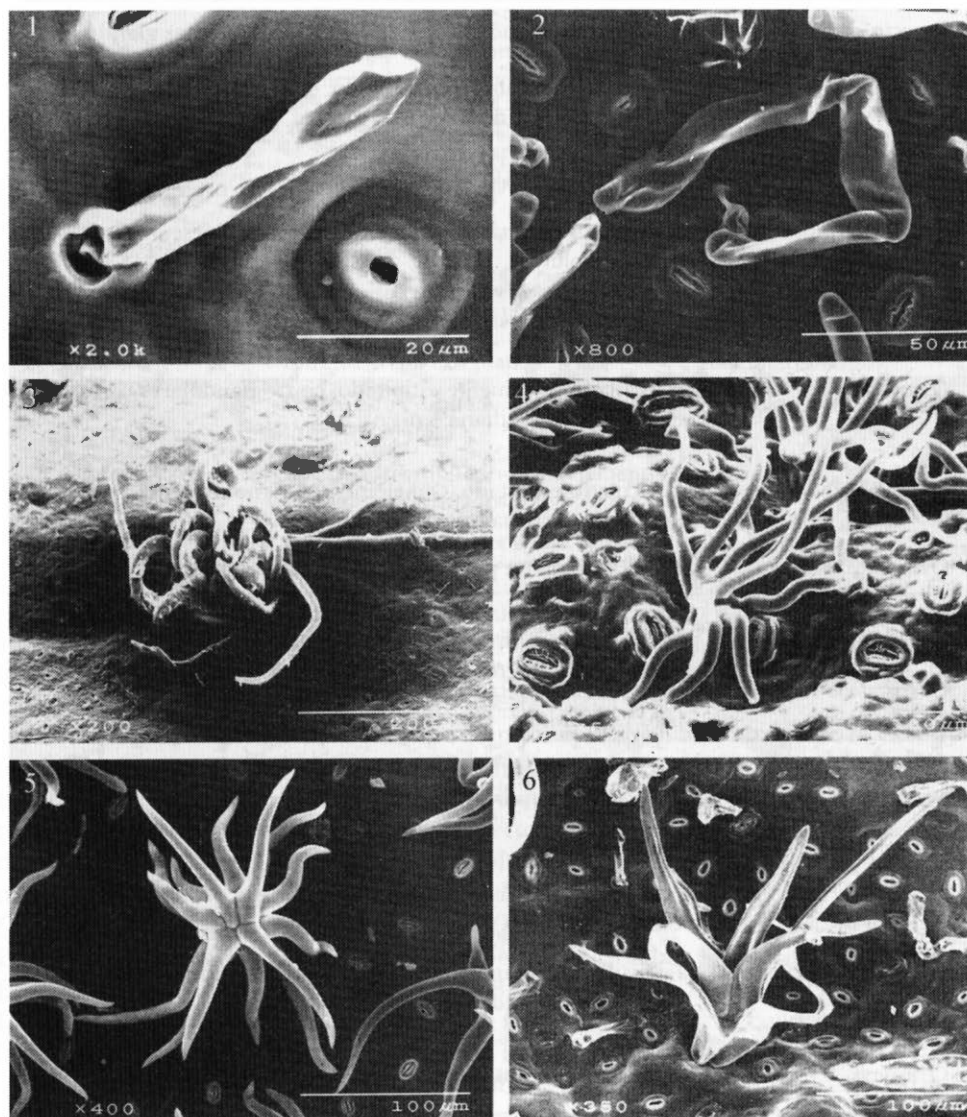


Fig. 1-6. Tipos de tricomas en especies del género *Quercus*. 1. Glandular corto (*Q. aristata*). 2. Glandular largo (*Q. genryi*). 3. Fasciculado sésil y contorto (*Q. eduardii*). 4. Estrellado con una sola capa (*Q. candicans*). 5. Estrellado con dos capas (*Q. saltillensis*). 6. Fasciculado cortamente estipitado (*Q. aristata*).

Cuadro 2. Relación de los tipos de tricomas glandulares y no glandulares encontrados en el envés de las especies analizadas del género *Quercus*

Especie	Tricomas no glandulares	Tricomas glandulares
<i>Q. acutifolia</i>	fasciculado, cortamente estipitado, con elementos que radian rectos o casi rectos	no presenta
<i>Q. acherdophylla</i>	multirradiado	no presenta
<i>Q. aff. eugeniifolia</i>	fasciculado estipitado, con elementos lisos y revolutos	no presenta
<i>Q. affinis</i>	fasciculado estipitado, con elementos lisos y revolutos	no presenta
<i>Q. aristata</i>	fasciculado cortamente estipitado, con elementos que radian rectos o casi rectos	glandulares cortos
<i>Q. benthamii</i>	fasciculado estipitado, con elementos ligeramente crispados y revolutos	no presenta
<i>Q. candicans</i>	estrellado con un plano	no presenta
<i>Q. crassifolia</i>	fasciculado estipitado, con elementos crispados y contortos	glandulares largos
<i>Q. crispifolia</i>	fasciculado estipitado, con elementos lisos y revolutos	no presenta
<i>Q. crispipilis</i>	fasciculado estipitado, con elementos crispados y contortos	glandulares largos
<i>Q. depressa</i>	multirradiado	no presenta
<i>Q. eduardii</i>	fasciculado sésil, con elementos lisos y contortos	no presenta
<i>Q. elliptica</i>	fasciculado, cortamente estipitado, con elementos que radian rectos o casi rectos	glandulares largos
<i>Q. emoryi</i>	estrellado con dos planos	glandulares cortos
<i>Q. gentryi</i>	fasciculado, cortamente estipitado, con elementos ligeramente crispados y revolutos	glandulares largos
<i>Q. laurina</i>	fasciculado estipitado, con elementos ligeramente crispados y revolutos; además tricomas multirradiados	glandulares largos

Cuadro 2. Continúa

Especie	Tricomas no glandulares	Tricomas glandulares
<i>Q. mexicana</i>	fasciculado cortamente estipitado, con elementos crispados y contortos	glandulares largos
<i>Q. mullerii</i>	ausencia de tricomas	no presenta
<i>Q. ocoteifolia</i>	fasciculado estipitado, con elementos lisos y revolutos	no presenta
<i>Q. pinnativenulosa</i>	ausencia de tricomas	no presenta
<i>Q. rubramenta</i>	fasciculado estipitado, con elementos ligeramente crispados y revolutos	no presenta
<i>Q. saltillensis</i>	estrellado con dos planos	glandulares largos
<i>Q. sapotifolia</i>	fasciculado estipitado, con elementos lisos y revolutos	glandulares cortos
<i>Q. seemanni</i>	fasciculado estipitado y con elementos ligeramente crispados y revolutos	no presenta
<i>Q. viminea</i>	fasciculado estipitado, con elementos lisos y revolutos	glandulares largos

solo plano o capa y se observan en *Quercus candicans* Née (Fig. 4); la segunda forma tiene un segundo juego de elementos en un plano superior a la primera capa, *Q. emoryi* Torr. y *Q. saltillensis* Trel. presentan esta forma (Fig. 5).

Tricoma fasciculado estipitado (tipo 8 en Jones, 1986). Similar al tipo 5, excepto que los elementos se fusionan prolongándose juntos por arriba de la base, formando una estructura parecida a un estípite de longitud variable. Los elementos o radios de este tricoma, tienen diferente aspecto en las especies observadas de acuerdo a si son lisos o crispados, contortos, revolutos o rectos. Este tipo de tricoma es el más común en los encinos analizados, las especies en las que se observó fueron: *Quercus acutifolia* Née, *Q. affinis* Scheidw., *Q. aristata* Rook et Am., *Q. benthamii* A. Dc., *Q. crispifolia* Trel., *Q. elliptica* Née, *Q. ocoteifolia* Liebm., *Q. laurina* Humb. et Bonpl., *Q. rubramenta* Trel., *Q. seemanni* Liebm., *Q. viminea* Trel., *Q. aff. eugeniifolia* Liebm., *Q. crassifolia* Humb. et Bonpl. y *Q. sapotifolia* Liebm. El cuadro 2 muestra las variantes de este tipo para cada una de las especies analizadas (figuras 6 - 10).

Tricoma multirradiado (tipo 10 en Jones, 1986). Está compuesto de varios elementos de pared gruesa, generalmente unicelulares que emergen en una variedad de direcciones azarosas partiendo de una base generalmente redondeada. Estos se pueden observar en *Quercus acherdophylla* Trel., *Q. depressa* Humb. et Bonpl. y *Q. laurina* Humb. et Bonpl. (Fig. 11 y 12).

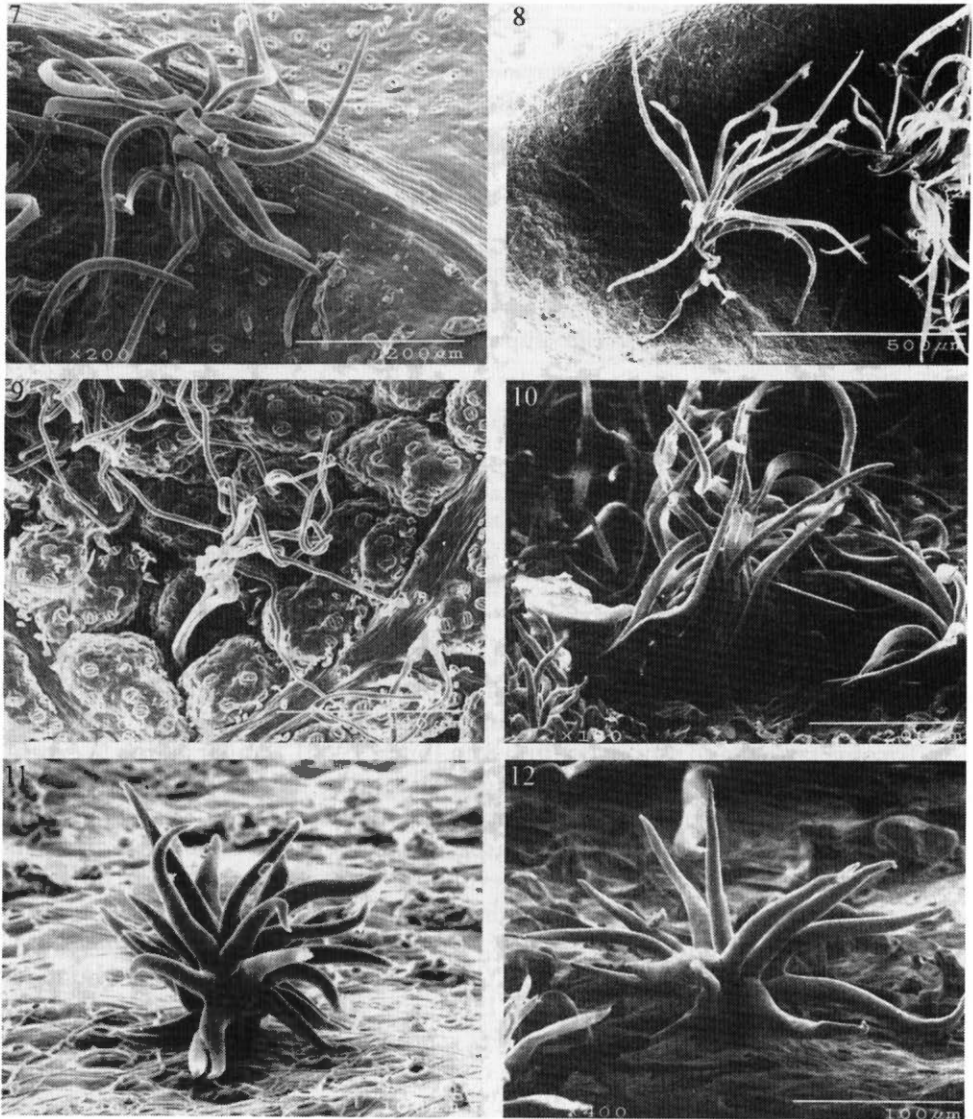


Fig. 7-12. Tipos de tricomas en especies del género *Quercus*. 7 y 8. Fasciculado estipitado, con elementos lisos y revolutos (7. *Q. affinis*, 8. *Q. ocoteifolia*). 9. Fasciculado estipitado, con elementos crispados y contortos (*Q. crassifolia*). 10. Fasciculado estipitado, con elementos ligeramente crispados y revolutos (*Q. laurina*). 11 y 12. Multirradiado (11. *Q. depressa*, 12. *Q. laurina*).

Discusión y conclusiones

De las especies analizadas *Quercus mullerii* y *Q. pinnativenulosa* presentan hojas maduras completamente glabras y por el contrario, *Q. crassifolia* y *Q. candicans* tienen hojas con el envés completamente cubierto con tricomas que impiden ver la superficie; el resto de los taxa presentan variaciones en la cantidad y distribución de los mismos, la mayoría de las especies presentan hojas glabrescentes o axilo-pelosas.

Por otro lado, de forma general, los tricomas encontrados pueden ser glandulares o no glandulares, estos últimos pertenecen a alguno de los siguientes tipos: fasciculado estipitado, fasciculado sésil, multirradiado y estrellado, los primeros son los más abundantes, lo cual es un aspecto consistente con lo señalado por Jones (1986) quien menciona que este tipo de tricoma alcanza su máximo desarrollo en la sección *Erythrobalanus* (= sección *Lobatae* o encinos rojos) del género *Quercus*, a la que pertenecen las 25 especies aquí analizadas.

Los resultados muestran que los tricomas glandulares y no glandulares no son excluyentes entre sí y una especie puede presentar ambos tipos de tricomas; destaca el caso de *Quercus laurina* que además de tener tricomas glandulares, presenta dos tipos de no glandulares: el fasciculado estipitado, concentrado hacia las axilas de las venas secundarias y el multirradiado, que se localiza sobre la vena media o cercano a ésta y hacia la base de la lámina. De las especies revisadas, ninguna presenta sólo tricomas glandulares y, por el contrario, sí hay los que sólo tienen no glandulares sobre la superficie inferior.

El análisis de la cantidad y tipos de tricomas, resulta valioso en la caracterización de las especies del género *Quercus*, aun cuando en algunos casos sólo se han analizado al microscopio de luz. La utilización cada vez más frecuente del MEB ha permitido explorar más detalles de los diferentes tipos de tricomas, precisando así aspectos tales como si son lisos o crispados; revolutos, contortos o rectos; o la variación en la longitud del estípite.

De esta forma, este trabajo adiciona información para la caracterización de 25 especies de encinos de la sección *Lobatae* (encinos rojos) contribuyendo así junto con otros caracteres a mejorar el conocimiento de la intrincada taxonomía de las especies del género *Quercus*.

Agradecimientos. Al M. en C. Mario Sousa Sánchez, al Dr. Francisco Lorea y al M. en C. Jaime Jiménez Ramírez por permitir la toma de algunas muestras del material observado de las colecciones respectivas. A la M. en C. Aurora Zlotnik por la lectura del manuscrito y sus comentarios. A la M. en C. Sara Fuentes por su apoyo para las observaciones del MEB. A dos revisores anónimos por sus sugerencias y al Biól. Antonio Hernández por la impresión de las fotografías de los tricomas. Al proyecto PAEP clave 002005 (1998) por el financiamiento para coleccionar parte del material utilizado en este trabajo y por el apoyo para revelar e imprimir las fotografías.

Literatura citada

- HARDIN, J. M. 1979. Patterns of variation in foliar trichomes of eastern North American *Quercus*. *American Journal of Botany* 66(5):576-585.
- JONES, J. H. 1986. Evolution of the Fagaceae: the implications of foliar features. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 73(2):228-275.
- MANOS, P. S. 1993. Foliar trichome variation in *Quercus* section *Protobalanus* (Fagaceae). *Sida* 15(3):391-403.
- MULLER, C. H. 1942. The Central American species of *Quercus*. *U. S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication* 477: 1- 216.
- SPELLENBERG, R. 1995. On the hybrid nature of *Quercus basaseachicensis* (Fagaceae, sect. *Quercus*). *Sida* 16(3):427-434.
- SPELLENBERG, R. Y J. R. BACON. 1996. Taxonomy and distribution of a natural group of black oaks of Mexico (*Quercus*, section *Lobatae*, subsection *Racemiflorae*). *Systematic Botany* 21(1): 85-99.
- SPELLENBERG, R. 1998. *Quercus lesueri*, un miembro meridional del complejo de *Q. x undulata* (Fagaceae, subgénero *Quercus*). *Acta Botánica Mexicana* 42: 25-33.
- THOMSON, P. M. Y R. H. MOHLENBROCK. 1979. Foliar trichomes of *Quercus* in the eastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 60(1):350-366.

Recibido: 30. I. 2002

Aceptado: 11. IV. 2003

Apéndice. Lista de ejemplares examinados para observaciones de tricomas de especies del género *Quercus* al MEB.

- Q. acutifolia* Née Lorea Hernández 997 (FCME).
- Q. acherdophylla* Trel. Valencia A. 803, s.n. (FCME).
- Q. affinis* Scheidw. Valencia A. 751, 788, 1711 (FCME).
- Q. aristata* Hook et Am. Rzedowski 37767 (XAL); Flores 3356 (MEXU).
- Q. benthamii* A. De. Breedlove 41617 (MEXU).
- Q. candicans* Née. Tenorio L. 1458, Hernández S. y Romero de T. (FCME).
- Q. crassifolia* Humb. et Bonpl. Calónico Soto 8912 (FCME). Valencia A. 472 (FCME).
- Q. crispifolia* Trel. Ramírez S. 40, 45 y s.n. (FCME); Arredondo 49 (FCME).
- Q. crispipilis* Trel. Davis 76822 (MEXU).
- Q. depressa* Humb. et Bonpl. Valencia A. 1147 (FCME); García S. 132 (FCME); Née 32900 (FCME).
- Q. eduardii* Trel. Oropeza s.n. (FCME).
- Q. elliptica* Née Diego 2695 (FCME).
- Q. emoryi* Torr. Castellanos 211 (MEXU); Scott Gentry 8277a (MEXU); Knobloch 325 (MEXU); Passini y Robert 6695 (MEXU).
- Q. aff. eugeniifolia* Liebm. Valencia A. 1350, 1354, 1355 (FCME).
- Q. gentryi* C. H. Müll. Martínez 1186 (MEXU); Vega A. 2009 (MEXU); McVaugh y W. Koelz 162 (MEXU).
- Q. laurina* Humb. et Bonpl. Valencia A. 1703, 1704, 1705 (FCME); Valencia A. 762 (FCME).
- Q. mexicana* Humb. et Bonpl. Vera Ávila s.n. (FCME).

- Q. mullerii* Martínez McDougall 2435 (MEXU).
Q. ocoteifolia Liebm. García S. 142 (FCME); Rodríguez A. 1132, 1161 (FCME); Veliz 6322 (MEXU); Alcántara 1323 (FCME).
Q. pinnativenulosa C. H. Müll. Cartujano Pliego 501, 683, 687 (FCME).
Q. rubramenta Trel. Valencia A. 381, 433, 446 (FCME).
Q. saltillensis Trel. Villarreal et al. 115 (MEXU); Carranza C. (MEXU); Poole y Nixon 2266 (MEXU); Carranza C. 2195 y Encinas (MEXU).
Q. sapotiifolia Liebm. Arriaga C. y López 229 (MEXU); García 338 (MEXU); Arriaga 205 (MEXU).
Q. seemanni Liebm. Aguilar 94 (CR).
Q. viminea Trel. Schubert y Sousa S. 2044 (MEXU).