

## MORFOLOGÍA POLÍNICA DEL GÉNERO TRIFOLIUM (FABACEAE) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA EN RELACIÓN CON LA TAXONOMÍA

Muñoz Rodríguez, A.F.

Departamento de Biología y Producción de los Vegetales, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, carretera de Cácares s/n, Universidad de Extremadura, 06071 Badajoz

Manuscrito recibido el 27 de Septiembre de 1993, aceptado el 3 de Enero de 1995

**RESUMEN:** Se estudia la morfología polínica de las especies del género *Trifolium* de la Península Ibérica, empleando el microscopio óptico y el microscopio electrónico de barrido. Se discuten las relaciones existentes entre la palinología y la sistemática del género. Con respecto al tamaño polínico, la sect. *Trifolium* presenta los granos de polen de mayor tamaño que los de la sect. *Trifoliumstrum*, existiendo una tendencia a disminuir el tamaño asociada a la reducción del tamaño de la corola en estas secciones. En cuanto a la ornamentación, a partir de un modelo reticulado, se postula la existencia de dos tendencias, por una parte hacia el aumento del tamaño de los lúmenes, o la ausencia de este tipo de ornamentación en algunas especies de la sect. *Trifoliumstrum*.

**PALABRAS CLAVE:** Fabaceae, *Trifolium*, polen, Península Ibérica.

**SUMMARY:** Pollen morphology of the species of *Trifolium* occurring in Iberian Peninsula have been studied by light, and scanning electron microscopy. The results show some evolutionary trends in the genus, and palynology is discussed with reference to the taxonomy. In regard to pollen size, the section *Trifolium* have larger grains than the sect. *Trifoliumstrum*, while a further decrease in size is observed associated with the reduction of the corolla length inside these sections. According to the sculpturing, started from a reticulate pattern two tendencies are postulated, and increase in lumina size, or their absence from some species of sect. *Trifoliumstrum*.

**KEY WORDS:** Fabaceae, *Trifolium*, pollen, Iberian Peninsula.

### INTRODUCCIÓN

Dentro de la tribu *Trifolieae* Bentham, el género *Trifolium* está integrado por unas 240 especies distribuidas en las áreas templadas de los dos Hemisferios. De acuerdo con ZOHARY & HELLER (1984) y HENDRYCH (1988), los cuales han revisado la clasificación del género llevada a cabo por COOMBE (1968), el género está dividido en ocho secciones: *Trifolium*, *Trichocephalum* Koch, *Lupulinum* S. F. Gray, *Vesicastrum* Ser. in DC., *Meslyllus* (C. Presl) Godron, *Paramesus* (C. Presl) Berchtold & J. Presl, *Trifoliumstrum* S. F. Gray

e *Involucrarium* Hooker, las cuales, exceptuando la última que está constituida por especies americanas, están representadas en la Península Ibérica.

Una de las primeras referencias a la morfología polínica de las especies del género *Trifolium* se debe a MAURIZIO & LOUVEAUX (1961), quienes describen al microscopio óptico material no acetolizado de *T. repens*, *T. pratense* y *T. incarnatum*, aportando datos sobre la forma, el sistema apertural, la ornamentación y las dimensiones de los granos.

En 1962 VISHNU-MITRE & SHARMA efectuaron un estudio sobre material acetoliza-

do de 326 especies de leguminosas, describiendo 67 tipos polínicos en función del sistema apertural y la ornamentación, denominando uno de ellos Tipo *Trifolium alexandrinum*, que incluye granos trizonocolporoidados y con ornamentación reticulada.

Posteriormente ERDTMAN & al. (1963) efectúan una clave basada en el tamaño y la forma de los granos de polen, en la que se recogen las siguientes especies de *Trifolium*: *T. hybridum*, *T. repens*, *T. montanum*, *T. fragiferum*, *T. spadicum*, *T. aureum*, *T. dubium*, *T. pratense*, *T. medium*, *T. striatum* y *T. arvense*.

Diez años más tarde GILLET & al. (1973) publican una de las mejores contribuciones al conocimiento palinológico del género, estudiando tanto al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) como al Microscopio Óptico (MO) un total de 45 especies americanas, 11 de ellas pertenecientes a la sect. *Involverarium* y el resto a distintas secciones actualmente incluidas en la sect. *Trifolium*. En este trabajo aportan además de las descripciones una clave para la separación de grupos de especies, basada en el tamaño, grosor y ornamentación de la exina.

En 1976 EL-BABA da a conocer datos citológicos y palinológicos de 12 especies de *Trifolium*, utilizando material procedente de Grecia y Turquía, y poniendo de manifiesto por vez primera la posibilidad de separar las especies de la sect. *Trifolium* (=sect. *Lotoidea*) y las de la sect. *Trifolium* en función del tamaño de los lúmenes del retículo, mayor en éstas últimas. Ese mismo año también, CLARKE & KUPICHA (1976) estudian 52 especies de las Tribus *Vicieae*, *Trifolieae* y *Onomideae*, entre las que se cuentan 5 especies de *Trifolium*, tratando de establecer las posibles relaciones palinológicas del género *Cicer*, comentando la gran variabilidad polínica encontrada en el género *Trifolium*.

MOORE & WEBB (1978) reúnen las especies del género en dos tipos, uno de ellos con menos de 15 lúmenes en el ecuador de la mesocolpia (que incluye además algunas especies de *Medicago*), y otro con más de quince, este último integrado por muy pocas especies.

Dos años más tarde tiene lugar la publicación "Polen de la flora de Doñana (Huelva, España)" (SAENZ, 1980), que si bien sólo aporta datos morfológicos de *T. nigrescens* al MO, si es el primer trabajo de esta índole que utiliza material peninsular.

En 1981 FERGUSON & SKVARLA efectúan un estudio polínico de la subfamilia *Papilionoideae*, en la que aportan datos sobre el polen de *T. hybridum* tanto al MEB como al Microscopio Electrónico de Transmisión (MET), dando a conocer la existencia en esta especie de tectum completo suprarreticulado.

Algo más tarde ZOHARY & HELLER (1984) publicarían otro de los trabajos más importantes sobre la palinología del grupo, aportando datos de 55 especies, 45 de las cuales pertenecen a la sect. *Trifolium*. Describen 7 tipos polínicos basados tanto en caracteres cuantitativos como relativos a la ornamentación observada al MEB, si bien concluyen su estudio sin establecer relación alguna entre los caracteres polínicos y la sistemática del grupo.

En el ámbito de Andalucía Occidental, FERNÁNDEZ (1987) estudia 47 poblaciones pertenecientes a 18 especies del género *Trifolium*, que separa en tres tipos polínicos: Tipo *Lotus creticus*, Tipo *Trifolium arvense* y Tipo *Trifolium repens*, en base a la morfología de la escultura: psilado-punteada, reticulada y fosulada, respectivamente. Y también en el ámbito de Andalucía, destacamos el trabajo de PRADOS & al. (1985), quienes efectúan un estudio polínico de 39 géneros de leguminosas con representación en en Andalucía Occidental, utilizando para ello muestras pertenecientes a 216 especies, entre las que se cuentan 76 poblaciones de 30 especies de *Trifolium*. Una de las conclusiones más importantes del estudio en lo que al género se refiere es su fuerte relación con *Medicago*, géneros ambos más próximos entre sí que al resto de los géneros de la Tribu *Trifolieae*, que disgregan a su vez en sendos grupos: *Trigonella* por un lado, y *Melilotus* y *Ononis* por otro, relaciones que explican fundamentalmente en base al sistema apertural. Posteriormente MARTÍN-CONSUEGRA & al. (1990) abordan desde el punto de vista

de la microscopía óptica el estudio polínico del género *Trifolium* en Andalucía, destacando su separación en seis tipos polínicos en base a caracteres de la ornamentación de los granos al MO.

El presente estudio consiste en una nueva tentativa de relacionar la variabilidad de los caracteres palinológicos del género con su sistemática, para lo cual se han estudiado un total de 60 de las 61 especies peninsulares: 27 pertenecientes a la sect. *Trifolium*, 1 a la sect. *Trichocephalum*, 9 a la sect. *Lupulinum*, 5 a la sect. *Vesicastrum*, 2 a la sect. *Mistyllus*, 1 a la sect. *Paramesus* y 15 a la sect. *Trifoliastrum*, excluyéndose, por la no disponibilidad de material, los siguientes táxones: *T. vesiculosum* Savi, *T. incarnatum* var. *molinarii* (Balbis ex Hornem) Ser, *T. phleoides* Pourtr. ex Willd. subsp. *phleoides* y *T. arvense* var. *gracile* (Thuill.) DC.

## MATERIAL Y METODOS

Se ha estudiado un total de 120 poblaciones peninsulares, cuyo origen y localización de pliegos testigo en herbario se incluye en el ANEXO I, donde además se les asigna una abreviatura con la que aparecerán en las tablas y gráficos. El material utilizado ha sido extraído de especímenes de herbario de procedencia diversa, efectuándose la limpieza para su posterior observación según el método acetolítico de ERDTMAN (1969). El estudio se ha centrado tanto en caracteres cualitativos como cuantitativos y se ha realizado tanto en microscopía óptica como microscopía electrónica de barrido.

Al microscopio óptico se ha analizado la forma, simetría, sistema apertural y ornamentación de cada grano, tomado datos relativos a la longitud del eje polar (P), longitud del eje ecuatorial (E), anchura de la exina en los polos (Ex), longitud del colpo (C), altura de la endoapertura (Pe) y anchura de la endoapertura (Ee), así como se ha calculado la relación P/E y Pe/Ee. Las medidas de los ejes polar y ecuatorial se han realizado en al menos 20 granos de cada población, utilizándose sólo 10 para el resto de los caracteres.

Se han calculado correlaciones entre el tamaño medio de la corola, el número cromosómico y el tamaño polínico, utilizándose los datos obtenidos en los estudios morfológico y citológico llevados a cabo para la revisión de las especies peninsulares del género *Trifolium* (MUÑOZ, 1992).

Para el estudio al MEB se tomaron con micropipetas Pasteur muestras de granos de polen contenidos en alcohol absoluto, que se depositaron sobre un porta-objetos de MEB donde, una vez evaporado el alcohol se procedió a la metalización de los granos y observación (mediante MEB modelo JEOL-TJ100, del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla, y del Departamento de Ciencias Morfológicas, Biología Celular y Animal de la Universidad de Extremadura).

Para la descripción de los caracteres polínicos se ha seguido la terminología empleadas por ERDTMAN (1945, 1966 & 1969) con las modificaciones propuestas por REITSMAN (1970) y HIDEUX & FERGUSON (1976).

## RESULTADOS

Descripción general.- Polen trizonocolpado, isopolar y con simetría radial; rectangular-elíptico en visión ecuatorial y circular en visión polar; suberecto, semierecto o erecto, con P/E de 1,04 a 1,51. Tamaño pequeño o mediano; eje polar de 17-52  $\mu\text{m}$  ( $x=30,66$ ) y eje ecuatorial de 14-40  $\mu\text{m}$  ( $x=24,00$ ). Ectoaperturas de 10-38  $\mu\text{m}$  ( $x=22,58$ ), de tipo colpo; endoapertura de 2-13 ( $x=5,73$ ) x 3-17 ( $x=7,58$ )  $\mu\text{m}$ , de tipo pore, alargada o rara vez circular, con relación P/E de 0,55-1,01  $\mu\text{m}$  ( $x=0,76$ ) y membrana apertural granulada. Exina de 1-3  $\mu\text{m}$  ( $x=1,41$ ) de grosor, con nexina engrosada en las proximidades de las aperturas formando costillas. Superficie psilado-perforada o reticu-

lada, con lúmenes de hasta 5  $\mu\text{m}$ , de contorno irregular y con superficie granulada, decreciendo de diámetro hacia las proximidades de las aperturas, donde aparece un margo, y a menudo también hacia las áreas polares e incluso en el área central de la mesocolpia.

Forma (Lam. 1).- En la mayor parte de los especies estudiadas los granos de polen poseen contorno elíptico, con fuerte tendencia a hacerse rectangular-elípticos. La relación P/E oscila entre 1,0 y 1,5 (Tab. 1), apareciendo las menores en *T. pannonicum* y *T. spadicum* cuyos granos son circulares en visión ecuatorial, y las mayores en *T. hirtum* y *T. squamosum* (P/E c.1,5), en los que los granos poseen lados paralelos y aparecen por tanto como rectangulares en visión ecuatorial.

Tamaño (Tab. 1, Gráf. 1).- Los granos son generalmente medianos (ERDTMAN, 1945), pues el tamaño de su eje polar varía entre 17-51  $\mu\text{m}$  ( $\bar{x}=30,66$ ) y el del eje ecuatorial entre 14-40  $\mu\text{m}$  ( $\bar{x}=24,00$ ).

Sistema apertural (Lam. 1).- Todas las especies estudiadas han presentado granos de polen trizonocolporados, lo que es casi general en el resto de las leguminosas y en particular en la Tribu *Trifolieae* (TEWARI & NAIR, 1978), si bien EL-BABA (1976) indicó la existencia de polen con tendencias a la sincolpia en *T. physodes*, observación que no coincide con los resultados obtenidos para este taxon en el presente estudio. Sólo en una población de *T. dubium* (DBM 1) se pudo apreciar la existencia de granos con más de 3 aberturas, hexapantocolporados en algún caso, observándose en una población de *T. micranthum* (MIC 1), especie muy relacionada con la anterior, la presencia de granos con esbozos aperturales en ambos poros.

Los colpos son generalmente largos, recorren casi el 75% de la longitud total del grano y presentan lados paralelos salvo en la zona central, donde es normal que aparezcan prolongaciones ectexinosas por encima de la endoapertura dando lugar a puentes característicos, lo que es frecuente en la subfamilia *Papilionoideae* (FERGUSON & SKVARLA, 1981).

En las zonas adyacentes al colpo aparecen algunas diferenciaciones que afectan tanto a la estructura como a la ornamentación de la pared del grano. Así, se observa a menudo un engrosamiento de la nexina que da lugar a la aparición de costillas junto a los colpos, claramente diferenciables en la mayoría de los casos, y en los alrededores de los colpos es frecuente la existencia de una zona psilada (margo) que contrasta claramente salvo en los pólenes con superficie psilado-perforada con el resto de la superficie polínica. En todos los casos, donde ha sido observada con claridad, la membrana apertural apareció cubierta por elementos ectexinosos de aspecto granular.

El poro es generalmente alargado y con una relación Pe/Ee media de 0,76, aunque en algunas poblaciones aisladas (RPNR3 y IST1) los poros son circulares (Tab. 1). En todos los casos el poro está muy bien delimitado y es claramente visible al MO, no comprendiéndose por tanto la consideración del Tipo *Trifolium alexandrinum* como trizonocolporado (VISHNU-MITRE & SHARMA, 1962), ni la inclusión de algunas especies de *Trifolium* en este grupo por parte de MOORE & WEBB (1978).

Ornamentación.- Con respecto a la ornamentación GUINET & FERGUSON (1989) generalizaron para la mayoría de las leguminosas la existencia de tectum generalmente completo y reticulado, observación que ya apuntaron PRADOS & al. (1988) para los táxones del género *Ononis* en sus observaciones de cortes de exina observados al MET, y FERNÁNDEZ (1987) tras observaciones al MEB en las que no evidenció columelas en la periferia de los lúmenes. También mediante cortes observados al MET FERGUSON & SKVARLA (1981) confirmaron el carácter suprategal del retículo de *T. hybridum*.

En la mayoría de los casos la superficie del grano no es homogénea sino que pueden observarse áreas de distinta escultura. Así es normal, como ya se ha comentado, la existencia de un margo psilado bordeando los colpos, y en algunas especies una apocolpia psila-

	P	E	PE	Exina	Pe	Ee	Pe/Ee	C
<i>Sect. Trifolium</i>								
PRTPR1	34,2(31-38)2,0	30,2(28-33)1,3	1,2	1,3	7,1	10,3	0,7	26,2
PRTPR2	34,9(30-39)1,1	29,4(27-32)1,4	1,2	1,4	7,5	9,6	0,8	25,6
PRTMA1	34,6(29-38)2,9	29,9(24-34)3,4	1,2	1,2	7,7	9,7	0,8	27,7
PRTPY1	36,6(32-42)2,9	30,9(28-35)2,3	1,2	1,2	7,7	9,7	0,8	27,7
PRTBA1	37,6(34-40)1,7	32,3(29-35)1,7	1,2	1,4	7,5	9,9	0,8	28,2
PAL1	35,9(30-40)2,8	30,1(26-33)2,2	1,2	1,4	6,9	10,1	0,7	27,5
PAL2	35,4(32-40)2,2	29,3(25-35)2,4	1,2	1,6	7,6	10,7	0,7	28,6
DFP1	35,2(30-41)2,6	31,1(25-36)2,5	1,1	1,4	8,7	11,7	0,7	26,1
DFP2	37,0(31-40)2,5	29,0(24-34)2,6	1,3	1,6	7,7	7,7	1,0	27,4
MDM1	45,3(40-52)3,7	32,7(30-36)1,7	1,4	1,5	5,8	8,7	0,7	34,5
MDM2	41,6(38-47)3,0	36,0(31-39)1,5	1,2	1,5	9,0	13,3	0,7	34,4
OCHI	36,9(34-40)1,8	27,7(23-32)1,8	1,3	1,7	6,4	8,4	0,8	26,7
OCHI2	35,4(31-40)2,2	26,2(19-31)2,3	1,4	1,6	6,5	7,8	0,8	25,5
PNN1	37,0(34-40)1,7	35,7(32-40)2,0	1,0	1,7	6,7	12,2	0,6	33,0
RBN1	33,2(30-36)1,7	27,6(25-30)1,4	1,2	1,7	6,0	9,2	0,7	25,3
RBN2	36,5(33-40)2,4	26,7(23-32)2,2	1,4	1,5	6,6	9,9	0,7	26,0
STL1	37,6(34-41)2,0	29,4(26-32)1,8	1,3	1,7	6,9	9,7	0,7	23,2
STL2	39,4(37-42)1,6	32,5(30-34)1,6	1,2	1,7	8,5	10,2	0,8	24,7
INC1	39,4(32-44)3,1	31,5(26-34)2,5	1,3	1,9	7,4	10,2	0,7	28,3
INC2	41,5(37-46)2,6	32,1(30-36)1,5	1,3	1,8	7,5	9,7	0,8	27,9
SYL1	33,2(31-36)1,4	26,2(24-29)1,2	1,3	1,8	7,4	8,7	0,9	25,4
SYL2	32,5(30-36)1,9	25,2(23-28)1,4	1,3	1,9	6,8	9,3	0,7	23,3
STR1	27,9(25-30)1,4	24,6(20-27)1,6	1,1	1,8	5,2	6,3	0,8	21,0
STR2	31,1(28-34)1,7	24,1(22-26)1,1	1,3	1,3	6,0	7,4	0,8	17,8
STR3	32,8(30-36)1,9	25,0(22-27)1,2	1,3	1,7	5,9	6,3	0,9	24,6
BCC1	31,1(28-34)1,7	23,7(21-27)1,7	1,3	1,2	6,9	7,3	1,0	22,2
BCC2	30,7(28-33)1,6	24,2(22-26)1,1	1,3	1,1	6,9	9,3	0,7	22,4
SCB1	33,3(31-36)1,8	24,9(22-28)1,5	1,3	1,4	6,4	9,0	0,7	22,5
SCB2	34,0(30-38)2,0	24,7(22-27)1,5	1,4	1,5	6,2	8,0	0,8	21,4
SCB3	33,1(27-38)3,1	24,0(21-27)1,8	1,4	1,4	7,8	8,6	0,9	22,1
LUC1	31,7(27-35)2,1	24,8(22-27)1,4	1,3	1,3	8,2	0,8	23,0	
LUC2	33,5(28-35)2,2	24,8(23-27)1,4	1,4	1,6	6,0	7,9	0,8	23,3
PHL1	26,4(24-30)1,6	21,9(19-27)2,1	1,2	1,2	5,8	7,5	0,8	20,4
GML1	26,6(22-30)1,8	22,4(19-25)1,9	1,2	1,1	6,3	7,4	0,9	19,9
GML2	30,3(26-35)2,3	22,9(20-27)1,5	1,3	1,1	6,1	7,8	0,8	21,3
LGS1	25,6(22-30)2,2	19,5(16-24)1,7	1,3	1,0	5,0	7,2	0,7	19,3
LGS2	26,2(24-29)1,3	21,4(19-23)1,1	1,2	1,2	4,6	6,6	0,7	19,5
HRT1	43,2(40-46)2,2	28,5(21-31)1,8	1,5	2,0	8,0	8,7	0,9	26,1
HRT2	46,2(40-51)2,6	33,9(27-36)2,3	1,5	2,2	7,5	9,8	0,8	28,0
CHR1	33,4(31-37)1,6	24,8(22-26)1,0	1,3	1,3	5,9	8,7	0,7	24,6
CHR2	34,1(30-38)2,6	24,0(21-27)1,7	1,4	1,6	6,6	8,1	0,8	24,6
LFP1	38,4(33-42)2,6	29,9(25-33)2,1	1,3	1,5	6,9	11,0	0,6	28,0
LFP2	30,4(27-34)2,0	24,2(21-26)1,6	1,3	1,3	6,5	8,2	0,8	24,0
ARV1	24,9(22-27)1,5	21,6(19-23)1,3	1,2	1,0	4,0	6,6	0,6	18,3
ARV2	27,1(23-30)1,9	21,5(19-24)1,3	1,3	1,0	5,5	7,2	0,8	19,1
ANG1	35,2(33-37)1,6	29,2(27-31)1,2	1,2	1,9	7,6	10,0	0,8	24,8
ANG2	36,9(32-40)2,5	28,8(25-32)1,9	1,3	1,4	7,7	9,2	0,8	25,2
ALX1	32,5(30-36)1,8	24,4(22-26)1,1	1,3	1,5	6,5	10,0	0,7	23,4
SQM1	34,8(33-37)1,2	23,7(21-26)1,3	1,5	1,4	3,8	6,3	0,6	24,4
SQM2	32,9(28-36)2,6	22,8(20-26)1,7	1,4	1,5	5,6	6,3	0,9	25,8
SOR1	37,8(32-42)2,6	29,3(25-32)1,8	1,3	1,5	7,5	11,5	0,7	28,2
SOR2	34,6(30-42)3,9	27,1(23-33)1,1	1,3	1,5	5,9	8,7	0,7	26,1
OB1	35,3(30-40)2,5	26,4(23-30)2,0	1,3	1,5	5,0	8,8	0,6	25,2
OB2	29,8(26-35)2,3	26,5(24-28)1,3	1,1	1,8	6,3	7,5	0,8	25,5
LEU1	32,9(30-37)2,0	25,3(22-30)1,8	1,3	2,1	6,0	7,6	0,8	26,6
<i>Sect. Trichocephalum</i>								
SUSS1	34,1(31-37)1,7	26,1(25-28)1,1	1,3	1,6	6,6	9,1	0,7	25,8
SUSS2	34,2(31-38)1,9	25,8(23-29)1,7	1,3	1,6	5,8	7,6	0,7	26,4
SUSB1	38,5(35-44)1,9	27,5(25-33)2,0	1,4	2,4	6,3	8,6	0,7	27,6
SUBF1	40,4(38-45)2,1	27,7(24-32)1,6	1,5	1,7	6,6	8,8	0,8	26,3
<i>Sect. Lupulinum</i>								
BDM1	35,2(31-38)2,0	26,2(24-29)1,4	1,3	1,5	6,6	8,1	0,8	21,1
BDM1	28,5(26-31)1,6	24,1(21-25)1,1	1,2	1,3	6,1	8,0	0,8	16,5
BDM2	24,5(22-32)1,4	20,9(19-23)1,5	1,2	1,3	4,7	6,9	0,7	14,3

	P	E	P/E	Esina	Pe	Ec	Pe/Ec	C
SFD1	21,7(20-23)1,0	20,2(17-22)1,3	1,1	1,7	4,3	5,8	0,7	13,1
AUR1	27,3(24-30)1,7	21,0(19-23)1,4	1,3	1,0	5,0	5,8	0,9	19,3
AUR2	25,0(22-27)1,2	20,7(18-24)1,9	1,2	1,1	4,8	6,7	0,7	18,0
CMP1	24,6(22-28)1,4	19,7(18-22)0,9	1,3	1,2	4,5	6,1	0,7	16,7
CMP2	24,4(22-27)1,3	20,2(16-22)1,6	1,2	1,2	4,9	6,5	0,8	16,8
ALA1	25,7(24-29)1,2	20,3(18-23)1,3	1,3	1,2	5,4	6,7	0,8	16,6
PTN1	31,7(29-36)2,0	24,0(22-26)1,2	1,3	1,1	6,4	7,1	0,9	21,6
PTN2	31,7(29-36)1,7	24,7(23-28)1,2	1,3	1,6	6,0	7,6	0,8	19,8
DBM1	28,8(26-30)1,2	23,3(21-25)1,6	1,2	1,5	6,2	8,7	0,7	20,8
DBM2	25,3(19-29)2,3	23,0(16-26)2,3	1,1	1,4	6,5	8,5	0,8	20,3
MIC1	20,6(19-23)1,2	18,7(15-21)1,7	1,1	1,2	3,7	5,8	0,6	13,7
MIC2	22,7(20-25)1,2	19,1(17-21)1,1	1,2	1,1	4,3	6,7	0,6	15,0
Sect. <i>Vesicarium</i>								
FRG1	29,0(25-32)1,8	20,1(18-23)1,3	1,4	1,1	5,4	5,5	1,0	22,3
FRG2	26,3(24-28)1,6	21,5(20-23)1,0	1,2	1,3	4,5	6,3	0,7	20,9
FRG3	26,4(22-28)1,5	21,4(19-24)1,2	1,2	1,0	5,5	6,7	0,8	22,5
FRG4	26,0(22-28)1,9	20,8(18-25)1,7	1,3	1,2	4,3	6,2	0,7	19,8
PHY1	26,8(24-30)1,4	19,7(18-21)1,1	1,4	1,3	4,5	5,8	0,8	22,6
RSP1	28,2(25-31)1,8	22,1(19-25)1,4	1,3	1,7	4,5	6,1	0,7	18,5
RSP2	28,6(24-33)2,7	20,1(16-22)1,9	1,4	1,3	5,3	6,7	0,8	21,1
SUA1	29,3(27-31)1,5	21,5(18-24)1,7	1,4	1,5	4,6	6,4	0,7	21,1
TMS1	20,6(19-23)1,0	19,7(18-21)1,2	0,9	1,5	4,4	6,2	0,7	17,1
TMS2	25,3(22-28)1,9	20,4(18-22)1,2	1,2	1,6	4,4	5,9	0,8	16,7
Sect. <i>Alutivus</i>								
SPM1	31,3(26-36)2,5	25,1(21-27)1,3	1,3	1,1	5,6	7,2	0,8	27,6
SPM2	31,5(28-35)2,2	24,5(22-27)1,5	1,3	1,3	5,5	6,8	0,8	27,0
MUT1	31,2(29-33)1,1	25,3(23-28)1,3	1,2	1,2	5,6	6,0	0,9	22,6
MUT2	32,7(29-35)1,8	25,9(23-29)1,7	1,3	1,2	6,6	8,2	0,8	23,9
Sect. <i>Paranervia</i>								
STC1	27,2(23-31)1,9	21,3(19-24)1,5	1,3	1,1	5,5	6,9	0,8	20,7
STC2	29,2(26-33)1,7	23,1(21-26)1,7	1,3	1,7	6,1	8,5	0,7	21,0
Sect. <i>Trifolium</i>								
ORN1	26,3(23-28)1,7	18,8(15-20)1,3	1,4	1,2	3,8	4,5	0,9	20,2
ORN2	24,5(22-28)1,5	19,1(18-20)1,0	1,3	1,3	3,5	4,7	0,7	20,1
ALP1	30,5(25-36)2,2	26,9(22-29)1,7	1,2	1,4	6,6	8,1	0,8	22,2
ALP2	33,6(32-35)1,1	27,9(26-30)1,4	1,2	1,8	7,5	8,1	0,9	22,3
HYB1	25,4(24-27)1,0	18,5(17-20)0,8	1,4	1,1	3,7	4,7	0,8	18,6
HYB2	22,8(20-25)1,4	15,7(14-18)1,1	1,5	1,0	3,0	4,8	0,6	18,5
MCH1	27,8(24-31)1,7	20,5(18-23)1,1	1,4	1,5	3,4	5,5	0,6	21,3
NG1	24,1(21-27)1,7	16,9(16-19)1,1	1,4	1,1	3,5	4,5	0,8	20,2
NG2	23,1(22-26)1,3	16,2(14-20)1,4	1,4	1,1	3,3	3,9	0,9	18,8
P.LL1	24,0(21-26)1,5	18,8(16-21)1,2	1,3	1,3	4,0	4,4	0,9	19,2
OCC1	25,6(22-29)1,2	18,1(16-21)1,2	1,4	1,1	4,4	5,3	0,8	20,6
RPNR1	24,1(21-27)1,7	20,6(18-23)1,3	1,2	1,4	4,7	6,0	0,8	19,6
RPNR2	26,3(23-30)2,3	19,6(17-21)1,1	1,3	1,2	4,4	4,3	1,0	21,7
RPNR3	26,2(23-30)1,6	17,7(15-19)1,1	1,5	1,1	4,3	4,3	1,0	21,7
RPNR4	28,6(25-31)1,5	20,3(18-22)1,3	1,4	1,4	5,2	5,8	0,9	22,1
RPNR5	21,8(19-24)1,2	17,0(15-20)1,1	1,3	1,2	2,9	4,6	0,6	18,3
RPNR6	25,7(21-29)2,1	17,1(16-19)0,8	1,5	1,3	4,0	4,7	0,9	20,8
THL1	29,9(26-33)1,7	26,0(22-30)1,9	1,2	1,5	6,2	9,4	0,7	20,2
THL2	27,8(23-30)1,7	24,6(21-26)1,3	1,1	1,5	6,8	8,5	0,8	23,6
IST1	31,7(28-35)1,9	22,4(20-24)1,0	1,4	1,2	5,7	5,6	1,0	26,6
IST2	31,5(28-35)1,6	22,5(18-25)1,7	1,4	1,2	5,9	7,7	0,8	23,5
MNTM1	28,6(25-31)1,9	19,6(18-22)1,1	1,5	1,2	4,4	5,2	0,9	20,2
MNTM2	29,3(26-32)1,9	22,9(18-28)2,7	1,3	1,4	4,7	6,5	0,7	23,4
MNTG1	29,4(25-34)1,9	21,1(19-24)1,4	1,4	1,2	5,7	6,1	0,9	24,0
CRN1	24,1(22-28)1,6	18,7(17-22)1,3	1,3	1,0	3,4	5,1	0,7	18,7
RTS1	24,8(21-28)1,8	19,8(16-21)1,3	1,3	1,2	4,0	6,6	0,6	20,3
GLM1	28,4(26-32)1,6	24,8(22-30)1,8	1,2	1,5	4,9	7,0	0,7	22,5
GLM2	29,0(25-32)1,0	25,6(23-29)1,4	1,1	1,7	6,1	8,9	0,7	22,7
SFF1	21,6(17-24)1,5	17,6(14-20)1,5	1,2	1,2	3,7	5,6	0,7	17,1
SFF2	22,1(19-25)1,7	18,1(17-20)1,1	1,2	1,7	3,7	6,4	0,6	16,1

TABLA 1. Datos cuantitativos medios (en  $\mu\text{m}$ ) para las poblaciones estudiadas de los distintos taxones peninsulares del género *Trifolium*. Para los valores de P (eje polar) y E (eje ecuatorial) se incluyen además el rango y la desviación standard. Las abreviaturas de las distintas poblaciones están recogidas en el Apéndice 1.

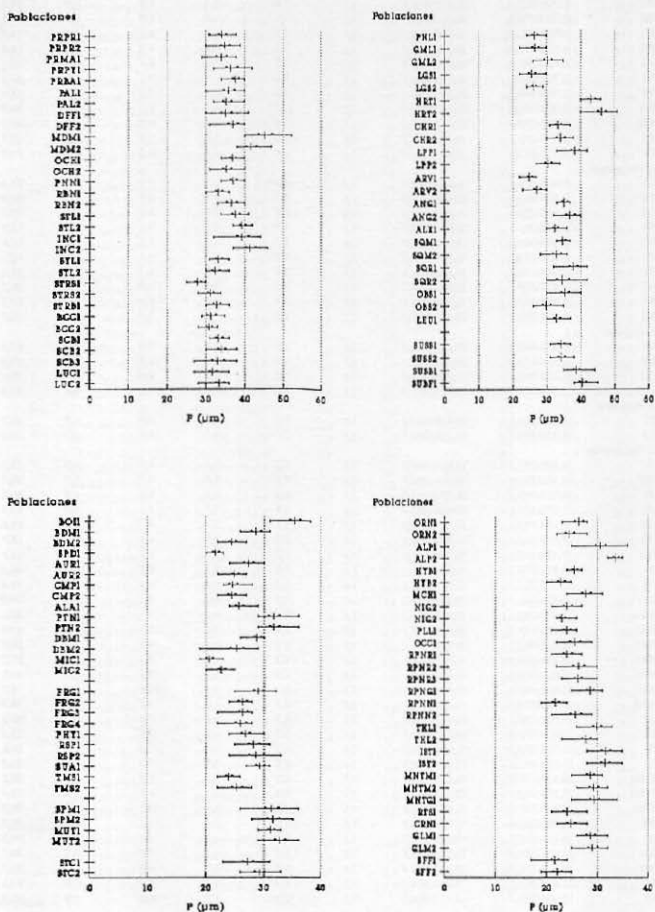


GRÁFICO 1. Diagramas de Simpson y Roe para los valores de P de las poblaciones de *Trifolium* estudiadas.

da o con lúmenes de tamaño inferior a los de la mesocolpia.

En cuanto a la superficie de la mesocolpia pueden establecerse cuatro tipos de ornamentación en las especies estudiadas (Tab. 2), no siempre netamente separables.

**GRUPO A.** Granos con mesocolpia reticulada y lúmenes menores a  $1 \mu\text{m}$  (Lam. 1 y 2), que pueden fundirse a veces para dar lúmenes alargados cortos, generalmente de menos de  $2,5 \mu\text{m}$  de longitud. Este tipo aparece en las especies perennes de la sect. *Vesicastrum*; todas las especies perennes y algunas anuales de la sect. *Trifolium*; la mayoría de las especies de la sect. *Lupulinum* y una de las especies estudiadas de la sect. *Mistyllus* (*T. spumosum*).

**GRUPO B.** Granos con mesocolpia reticulada y lúmenes de  $1-5 \mu\text{m}$  con superficie granulada. Dentro de este tipo pueden reconocerse dos subtipos, que no coinciden con los dados por MARTÍN-CONSUEGRA & al. (1990) debido a que establecen el límite de su rango de tamaños de lúmenes en  $3 \mu\text{m}$ . Estos grupos, si bien poseen poco valor práctico dada la dificultad de su segregación si poseen importancia taxonómica:

**B1.** Con lúmenes de  $1-5 \mu\text{m}$  y predominantemente poligonales (Lam. 1 y 2). A este subgrupo pertenecen las especies anuales estudiadas de la sect. *Vesicastrum*, una de las dos estudiadas de la sect. *Mistyllus* (*T. mutabile*), dos de la sect. *Lupulinum* (*T. boissieri* y *T. aureum*), todas las especies perennes y algunas de las anuales de la sect. *Trifolium*, y *T. michelianum* (sect. *Trifolium*).

**B2.** Con lúmenes de  $c.1 \mu\text{m}$  de anchura y predominantemente alargados (Lam. 1 y 2). Se incluyen en este grupo la mayoría de las especies anuales de la sect. *Trifolium*, *T. subterraneum* (sect. *Trichocephalum*) y algunas poblaciones de *T. fragiferum* (en general integrado en el grupo A).

**GRUPO C.** Superficie de la mesocolpia heterogénea, con parte central psilada y contorno reticulado (Lam. 1 y 2). Este tipo de superficie sólo ha sido observada en la única po-

blación estudiada de *T. cernuum* y en granos aislados de las poblaciones estudiadas de *T. repens*, en especial la de *T. repens* var. *giganteum*.

**GRUPO D.** Granos con superficie psilado-perforada o débilmente fosulados (Lam. 2), que aparecen como psilados en observación al MO (Lam. 1). Se incluyen en este grupo algunos representantes de la sect. *Trifolium* (v.g. los tres taxones peninsulares de la subsect. *Platystylum*, lo que apoya la relación de *T. thalii* con *T. isthmocarpum* y *T. montanum*); *T. strictum* (sect. *Paramesus*) y tres especies de la sect. *Lupulinum* (en *T. badium* la aparición de granos con estas características es esporádica, ya que se engloba principalmente en el Grupo A).

## DISCUSION

En cuanto al tamaño, la representación gráfica de los tamaños polínicos para cada taxon y población estudiada (Graf. 1) muestra la inexistencia de discontinuidades claras entre la mayoría de las especies estudiadas que poseen cierta afinidad, lo que pone de manifiesto el escaso valor de este carácter en la segregación o agrupación de las especies, en contra de lo postulado por GILLET & al. (1973).

No obstante, si se observan diferencias a nivel de sección, ya que el tamaño (expresado por P) aumenta progresivamente en función del mayor grado de especialización: es menor en los taxones de la sect. *Trifolium* (con estandarte libre, varias semillas por fruto, y número básico  $x=8$ , caracteres considerados primitivos en el género), siendo el valor medio de  $26,60 \mu\text{m}$  para las poblaciones estudiadas; y mayor en los de la sect. *Trifolium* (que presentan el estandarte soldado al resto de las piezas, 1 sola semilla por fruto, y números básicos  $x=5, 6, 7$  y  $8$ , caracteres derivados) con un valor medio de  $34,25 \mu\text{m}$ .

Por otro lado, existe una estrecha correlación entre el tamaño medio de la corola de las



distintas especies y el tamaño del polen expresado en función de P, pues el análisis realizado evidencia una correlación altamente significativa tanto en las secciones más extremas (*Trifolium*,  $n=55$ ,  $r=0,71$   $p<0,01$ ; *Trifoliatrum*,  $n=30$ ,  $r=0,71$   $p<0,01$ ) como si se consideran todas las poblaciones estudiadas ( $n=120$ ,  $r=0,61$   $p<0,01$ ) (Graf. 2). Esta idea fue ya apuntada por ZOHARY & HELLER (1984),

que señalaron los pólenes más pequeños en las especies supuestamente cleistógamas de la sección *Trifoliatrum*.

Igualmente, la relación entre el tamaño polínico y el número cromosómico se conoce en el género desde que EL-BABA (1976) demostró, en *T. uniflorum* L., que los citotipos con mayor nivel de ploidía ( $4x$ ,  $2n=32$ ) presen-

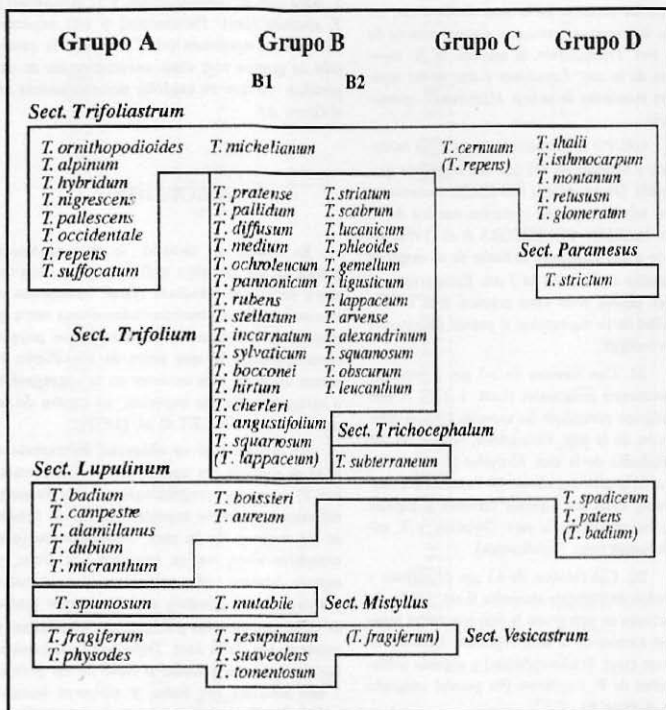


TABLA 2. Distribución de las distintas especies estudiadas con respecto a los tipos de ornamentación que se describen en el texto. Las especies que presentan dos tipos aparecen en el menos frecuente entre parentesis.

taban granos de polen de mayor tamaño ( $P_x=26,67 \mu\text{m}$ ) que los diploides ( $2n=16$ ,  $P_x=20,34 \mu\text{m}$ ). Esta relación no ha sido evidenciada a nivel interespecífico en el presente estudio al comparar los valores de los ejes P y E en 11 poblaciones de especies poliploides ( $P_x=30,05 \mu\text{m}$ ;  $E_x=23,85 \mu\text{m}$ ) y 109 de especies diploides ( $P_x=30,72 \mu\text{m}$ ;  $E_x=24,01 \mu\text{m}$ ), comprobándose que no hay diferencias manifiestas.

De manera análoga, se ha analizado en las especies diploides si hay relación entre el tamaño polínico y el número básico. Para ello se tomaron poblaciones de especies pertenecientes a la sect. *Trifolium*, por ser ésta la que mayor variabilidad peninsular presenta a nivel de números básicos. Las medias de P obtenidas encontradas para cada uno de los números fueron:  $x=34,93 \mu\text{m}$  para las especies con  $2n=16$ ;  $x=33,02 \mu\text{m}$  para  $2n=14$ ;  $x=22,19 \mu\text{m}$  para  $x=12$ ; y  $x=35,79 \mu\text{m}$  para las que presentan  $x=10$ , valores todos ellos muy próximos, siendo las 4 poblaciones estudiadas de especies con  $2n=12$  las que mostraron una media inferior al resto.

Finalmente, destacar que tampoco resultaron significativos los coeficientes de correlación calculados para la relación entre el número cromosómico y valores de P, E y grosor de la Exina ( $n=52$ ;  $r=0,03$ ,  $r=0,26$  y  $r=0,05$ , respectivamente), entre las poblaciones estudiadas de especies diploides de la sect. *Trifolium*.

La aparición de granos con más de 3 aberturas en *T. dubium*, ya había sido apuntada en esta especie por TELLERIA (1987), pudiéndose interpretar en función del origen poliploide de este taxon ( $4x$ ,  $2n=28$ ), pues el aumento del número de aberturas en relación con el aumento del número cromosómico es frecuente y fue puesto de manifiesto por primera vez por BRONKERS (1963) en *Brassicaceae*. Desde entonces esta relación se ha observado también en numerosos taxones (CLARKE, 1975 y FERGUSON, 1980), entre los que se cuentan géneros afines a *Trifolium*, como *Medicago* (SMALL & al., 1981; FERNÁNDEZ, 1987). SMALL & al. (1981) postularon que este au-

mento en el número de aberturas podría estar asociado a cambios en la forma de los granos.

Los cuatro tipos establecidos en base a la ornamentación difieren en mayor o menor grado con los tipos establecidos anteriormente: 3 en el caso de FERNÁNDEZ (1987) con MO y MEB, 7 en el de ZOHARY & HELLER (1984) utilizando la misma metodología, y 6 en el de MARTÍN-CONSUEGRA & al. (1990), con respecto a los cuales se discute a continuación su valor sistemático.

Al grupo A pertenecen probablemente algunas especies de la sect. *Involucrarium* si se atiende a las descripciones que aportan GILLET & al. (1973), así como muchas de las especies que ZOHARY & HELLER (1984) incluyen en su Tipo 4 ("polenes con superficie rugulada"), en el que incluyen también algunas especies consideradas aquí como pertenecientes a otros grupos. FERNÁNDEZ (1987) incluyó cuatro de las especies aquí consideradas (*T. dubium*, *T. fragiferum*, *T. spumosum* y *T. repens*) como pertenecientes al Tipo *Trifolium repens*, que se caracteriza por la superficie foveolada. La mayoría de estas especies estudiadas por MARTÍN-CONSUEGRA & al. (1990) las incluyen en el Tipo *Trifolium repens*, separando *T. ornithopodioides*, *T. spumosum* y *T. campestre* debido al carácter isodiamétrico de sus lúmenes.

El grupo B coincide con el Tipo 5 establecido por ZOHARY & HELLER (1984), en el que incluyen también a *T. michelianum* junto con otras especies de la sect. *Trifoliastrum*, así como con el Tipo *Trifolium arvense* descrito por FERNÁNDEZ (1987). El tipo de superficie de este grupo es la que describe EL-BABA (1976) en las especies de la sect. *Trifolium* y que utiliza para separarlos palinológicamente de los taxones de la sect. *Trifoliastrum*. Las especies que se incluyen en este grupo, quedan repartidas en 3 de los tipos considerados por MARTÍN-CONSUEGRA & al. (1990): Tipo *T. hirtum*, Tipo *T. squamosum* y Tipo *T. tomentosum*, basando estos autores la separación de estos tipos en el tamaño de los lúmenes.

En cuanto al grupo C, ZOHARY & HELLER (1984) también separaron *T. cernuum*

del resto de las especies de *Trifolium* en base los caracteres polínicos, sin embargo, describen su superficie como muricada y escrobiculada, no coincidiendo con la presente descripción. Sin embargo, la descripción de su tipo 7, representado únicamente por *T. matroloianum* Chiov. (sect. *Trifoliastrum*), endémico etíope, coincide con la dada aquí para *T. cernuum*.

Por último, ZOHARY & HELLER (1984) incluyen cuatro de las especies incluidas en el grupo D (*T. isthmocarpum*, *T. montanum*, *T. retusum* y *T. glomeratum*) en su Tipo 4, junto con especies con granos de Tipo A. Sin embargo, este tipo de superficie psilado-perforada ya la apuntan FERNÁNDEZ (1987) en *T. glomeratum* (que sitúa en el Tipo *Lotus creticus*), y MARTÍN-CONSUEGRA & al. (1990) que lo describe como Tipo *Trifolium striatum*, siendo además fácil de evidenciar en las microfotografías aportadas por CLARKE & KUPICHA (1976) *T. spadicum* y *T. montanum*.

### CONCLUSIONES

Todos los caracteres biométricos analizados han mostrado una fuerte correlación positiva (Tab. 3), por lo que todos varían de forma análoga tanto a nivel intraespecífico como interespecífico. Siendo notables las correlaciones existentes entre las longitudes de los ejes P y E, así como entre estos ejes y los parámetros considerados del sistema apertural (longitud del Colpo, y P y E de la endoapertura).

	P	E	Ex	Pe	Ee
E	0,895				
Ex	0,573	0,550			
Pe	0,797	0,863	0,440		
Ee	0,761	0,897	0,455	0,866	
C	0,858	0,810	0,426	0,668	0,670

TABLA 3. Matriz de correlación de las cinco variables palinológicas incluidas en la Tab. 1 referidas a las 120 poblaciones estudiadas. (Valor crítico (a 0,05) 0,179).

Se confirma que existe un aumento de tamaño en el polen en función del grado de especialización de cada grupo (sección) dentro del género, lo que en *Leguminosae* parece estar relacionado con el síndrome de polinización (GUINET & FERGUSON, 1989). Así, una mayor especialización entraña la aparición de corolas con estandarte soldado al resto de las piezas formando un tubo en la base (sect. *Trifolium*), correspondiendo las corolas con estandarte libre a los casos de menor especialización (sect. *Trifoliastrum*), constatándose una disminución del tamaño polínico asociada a la disminución del tamaño de la corola (incluso dentro de cada grupo) (Graf. 2), fenómeno que se relacionaría con el paso de la alogamia a la autogamia.

Por otro lado, de acuerdo con los resultados de GILLET & al. (1973) parece que en el género no existe ninguna relación entre el tamaño polínico y el número cromosómico, ni tampoco con el nivel de ploidía ni el número básico.

Aunque FERGUSON & SKVARLA (1981) pusieron de manifiesto tanto la imposibilidad de delimitar Tribus en la subfamilia *Papilionoideae*, como la escasa utilidad práctica de los Tipos polínicos (a consecuencia del notable grado de solapamiento y el estrecho paralelismo existente entre los pólenes), postulan sin embargo la existencia de tendencias evolutivas en los caracteres polínicos, en particular los relativos a la escultura, con tectum reticulado como caso más frecuente, y en el que existiría una tendencia al aumento del tamaño de los lúmenes asociada a la mayor especialización.

Esta tendencia ha sido confirmada en las especies estudiadas del género, pues grupos como D y A (con ornamentación psilado-perforada y ornamentación reticulada y con lúmenes de menos de 1 µm, respectivamente) se caracterizan por concentrar casi todas las especies de la sect. *Trifoliastrum* (y ausencia de las de la sect. *Trifolium*, más especializadas), mientras que el grupo B, que se caracteriza por lúmenes mayores, incluye todas las especies de la sect. *Trifolium*. Incluso dentro de secciones

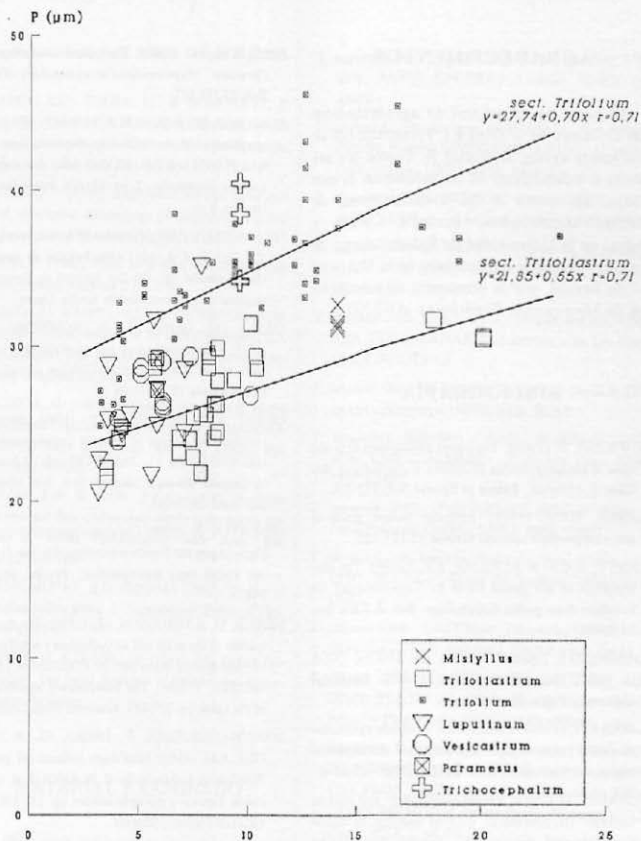


GRÁFICO 2. Regresión entre el tamaño medio de la corola de las distintas especies de *Trifolium* (abscisas) y el valor medio de P en las poblaciones estudiadas (ordenadas).

es posible reconocer también esta pauta ya que, por ejemplo, en la sect. *Vesicastrum* sus dos representantes perennes, considerados más primitivos, presentan pólenes adscritos al grupo A, mientras que los tres anuales lo hacen al B. La sección más polimórfica resultó ser la sect. *Lupulinum*, que posee representantes con granos de polen de tres grupos.

Los granos de polen del grupo A (que presentan la mayoría de las especies estudiadas de la sect. *Trifoliastrum*) corresponderían al tipo ancestral, el más primitivo, de los que derivarían por aumento del tamaño de los lúmenes los pólenes del grupo B, y por el proceso contrario, por obturación de los lúmenes, los pólenes de los grupos C y D.

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea mostrar su agradecimiento a las Doctoras M. J. Díez e I. Fernández por su inestimable ayuda, al Doctor R. Tormo por sus críticas e indicaciones en la realización de este trabajo, así como a los Departamentos de Ciencias Morfológicas, Biología Celular y Animal de la Universidad de Extremadura y de Biología Vegetal y de Ecología de la Universidad de Sevilla, por la prestación de sus Servicios de Microscopía Electrónica. ANEXO I.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRONKERS, F. (1963). Variations polliniques dans une série d'autopolyploïdes artificiels d'*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Pollen et Spores* 5(2):233-238.
- CLARKE, G.C.S. (1975). Irregular pollen grains in some *Hypericum* species. *Grana* 15:117-125.
- CLARKE, G.C.S. & KUPICHA, F.K. (1976). The relationships of the genus *Cicer* L. (*Leguminosae*): the evidence from pollen morphology. *Bot. J. Linn. Soc.* 72:35-44.
- COOMBE, D.E. (1968). *Trifolium*. En: TUTIN, T.G. & al. (eds.) *Flora Europaea* 2:157-172. Cambridge University Press, Cambridge.
- EL-BABA, J. (1976). Contribution à l'étude cytotoxomique et palynologique des *Trifolium* de la Méditerranée orientale. *Rev. Biol. Ecol. Médit.* 3(2):23-40.
- ERDTMAN, G. (1945). Pollen morphology and plant taxonomy. III. *Morina* L. with an addition on pollen-morphological terminology. *Svensk Bot. Tidskr.* 39:187-191.
- ERDTMAN, G. (1966). *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Hafner Publ. Co., Stockholm.
- ERDTMAN, G. (1969). *Handbook of palynology*. Munksgaard, Copenhagen.
- ERDTMAN, G.; PRAGLOWSKI, J. & NILSSON, S. (1963). *An introduction to a Scandinavian pollen flora*. 2. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- FERGUSON, I.K. (1980). The pollen morphology of *Ceratonia* (*Leguminosae-Caesalpinioideae*). *Kew Bull.* 35:273-277.
- FERGUSON, I.K. & SKVARLA, J.J. (1981). The pollen morphology of the subfamily *Papilionoideae*. In: R.M. POLHILL & P.H. RAVEN (eds.) *Advances in Legume Systematics*. 2. pp. 859-896. Royal Botanic Gardens, Kew.
- FERNÁNDEZ, I. (1987). *Fabaceae (Papilionaceae)*. En: VALDÉS, B. & al. (eds.) *Atlas Polínico de Andalucía Occidental*. pp. 185-200. Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla, Utrera.
- GILLET, J.M.; BASSET, I.J. & CROMPTON, C.W. (1973). Pollen morphology and its relationship to the taxonomy of North American *Trifolium* species. *Pollen et Spores* 15(1):91-108.
- GUINET, P. & FERGUSON, I.K. (1989). Structure, evolution and biology of pollen in *Leguminosae*. En: C.H. STIRTON & J.L. ZARUCCI (eds.) *Advances in Legume Biology*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 29:77-103.
- HENDRYCH, R. (1988). Die ersten nomenklatorischen Ergänzungen zur *Trifolium*-Monographie von Zohary und Heller (taxa supraspecifica). *Preslia* 60:215-236.
- HIDEUX, M. & FERGUSON, I.K. (1976). The stereostructure of the exine and its evolutionary significance in *Saxifragaceae* sensu lato. In: FERGUSON, I.K. & MULLER, J. (eds.) *The evolutionary significance of the exine*. pp. 327-377. Academic Press, London.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E., UBERA, J.L. & PRADOS, A.M. (1990). Morfología polínica del género *Trifolium* en Andalucía. In: G. BLANCA & al. (eds.) *Polen, Esporas y sus aplicaciones*. pp. 233-238. Facultad de Ciencias, Granada.
- MAURIZIO, A. & LOUVEAUX, J. (1961). Pollens de plantes mellifères d'Europe 2. *Pollen et Spores*, 3(2):219-246.
- MUÑOZ, A. (1992). Estudio taxonómico del Género *Trifolium* en la Península Ibérica. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- MOORE, P.D. & WEBB, J.A. (1978). *An illustrated guide to Pollen Analysis*. Hodder & Stoughton, London.
- PRADOS, A.M.; PORRAS, A.; UBERA, J.L. & DOMÍNGUEZ, E. (1985). Relaciones clásticas de la subfamilia *Papilionoideae* a la luz de los datos pali-

- nológicos. Anal. Asoc. Palinol. Lengua Esp. 2:55-66.
- PRADOS, A.M.; UBERA, J.L. & DOMINGUEZ, E. (1988). Contribución al estudio palinológico de las especies de *Ononis* L. (*Fabaceae*) de Andalucía Occidental. Anal. Jard. Bot. Madrid 45(1):135-149.
- REITSMA, T. (1970). Suggestions towards unification of descriptive terminology of Angiosperms pollen grains. Rev. Palaeobot. Palynol. 10:39-60.
- SAENZ, C. (1980). Polen de la flora de Doñana (Huelva, España). Lazaroa 2:191-270.
- SMALL, E.; BASSET, L.J. & CROMPTON, C.W. (1981). Pollen variation in the tribe *Trigonelleae* (*Leguminosae*) with special reference to *Medicago*. Pollen et Spores 23(3/4):295-320.
- TELLERIA, M. (1987). Morfología del polen de las especies de *Trifolium* (*Leguminosae*) de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot. 25(1/2):149-161.
- TEWARI, R.B. & NAIR, P.K.K. (1978). Apertural forms and their evolutionary trends in the pollen grains of Indian *Papilionaceae*. Ind. Jour. Bot. 1(1/2):133-138.
- VISHNU-MITRE, B.D. SHARMA (1962). Studies of Indian pollen grains. 1. *Leguminosae*. Pollen et Spores 4(1):5-45.
- ZOHARY, M. & D. HELLER (1984). The Genus *Trifolium*. The Israel Academy of sciences and Humanities, Jerusalem.
- T. angustifolium* L., ALMERÍA: Cabo de Gata, UNEX 6278, ANG1; CÁCERES: Cedillo, UNEX 6264, ANG2
- T. arvense* L. var. *arvense*, PORTUGAL (Beira Baixa): Castello Branco, UNEX 6299, ARV 1; ALMERÍA: Cabo de Gata, UNEX 6278, ARV 2
- T. aureum* Pollich, HUESCA: Biescas, SEV 119338, AUR1; LÉRIDA: La Molina, UNEX 4295, AUR2
- T. badium* Schreber, LÉRIDA: Puerto de la Bonaigua, UNEX 4299, BDM1; HUESCA: Sallent de Gállego, UNEX 4298, BDM2
- T. bocconei* Savi, SEVILLA: La Puebla del Río, UNEX 6300, BCC1; BADAJOZ: Salvatierra de los Barros, UNEX 6301, BCC2
- T. boissieri* Guss. ex Soyer-Willebrand & Godron, CÓRDOBA: Trassiera, UNEX 6416, BOH
- T. campestre* Schreber, CÁDIZ: Grazalema, UNEX 4316, CMP1; ALMERÍA: Cabo de Gata, UNEX 4327, CMP2
- T. cernuum* Brot., PORTUGAL: (Mínho) Ponte de Lima-Viana do Castelo, UNEX 4860, CRN1
- T. cherleri* L., ALMERÍA: Cabo de Gata, UNEX 6316, CHR1; SEVILLA: Alenla de Guadaira, UNEX 6315, CHR2
- T. diffusum* Ehrh., CÁCERES: Talayuela, UNEX 6317, DFF1; CÁCERES: Plasencia, UNEX 9906, DFF2
- T. dubium* Sibth., CÁDIZ: Grazalema, UNEX 4283, DBM1; PORTUGAL (Beira Baixa): Entre Castello Branco y Pampitosa, UNEX 4281, DBM2
- T. fragiferum* L., HUELVA: El Rocío, UNEX 4224, FRG1; GRANADA: Entre Trevélez y Jubiles, UNEX 4220, FRG2; LEÓN: Astorga, UNEX 6429, FRG3; GRANADA: Entre el Puerto de los Alazanes y Zafarraya, UNEX 3595, FRG4
- T. gemellum* Pourr. ex Willd., BADAJOZ: Fuente del Maestre, UNEX 6318, GML1; GRANADA: Sierra de Almijara, GDA 5818, GML2
- T. glomeratum* L., ALMERÍA: Cabo de Gata, UNEX 4240, GLM1, SEVILLA: Carmona, UNEX 4239, GLM2
- T. hirtum* All., CÓRDOBA: Villaviciosa, UNEX 6324, HRT1; ZARAGOZA: Calatayud, UNEX 6323, HRT2
- T. hybridum* L., LÉRIDA: Bellver de Cerdanya, UNEX 4852, HYB1; FRANCIA: Arry, JACA 28886, HYB2

## MATERIAL EXAMINADO

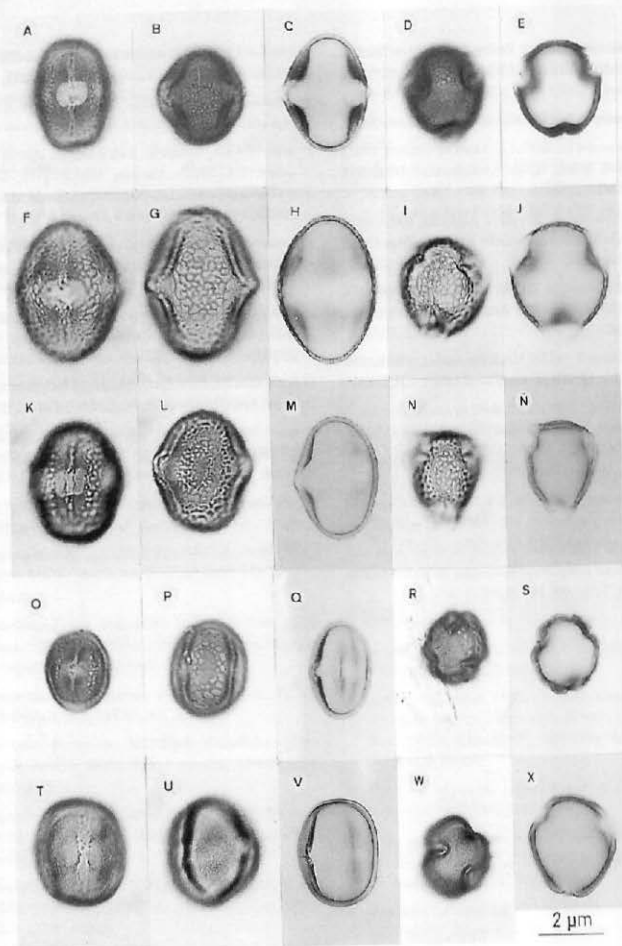
(Para cada población se indica la especie, la localidad, el número de herbario, y la abreviatura utilizada en las tablas y gráficos).

- T. alamilanum* A. Muñoz, CÁDIZ: Grazalema, UNEX 4314, ALA1
- T. alexandrinum* L., PORTUGAL (Estremadura): Setúbal, MA 283118, ALX1
- T. alpinum* L., LÉRIDA: Aigües Tortes, UNEX 4862, ALP1; HUESCA: Formigal de Tena, UNEX 953, ALP2

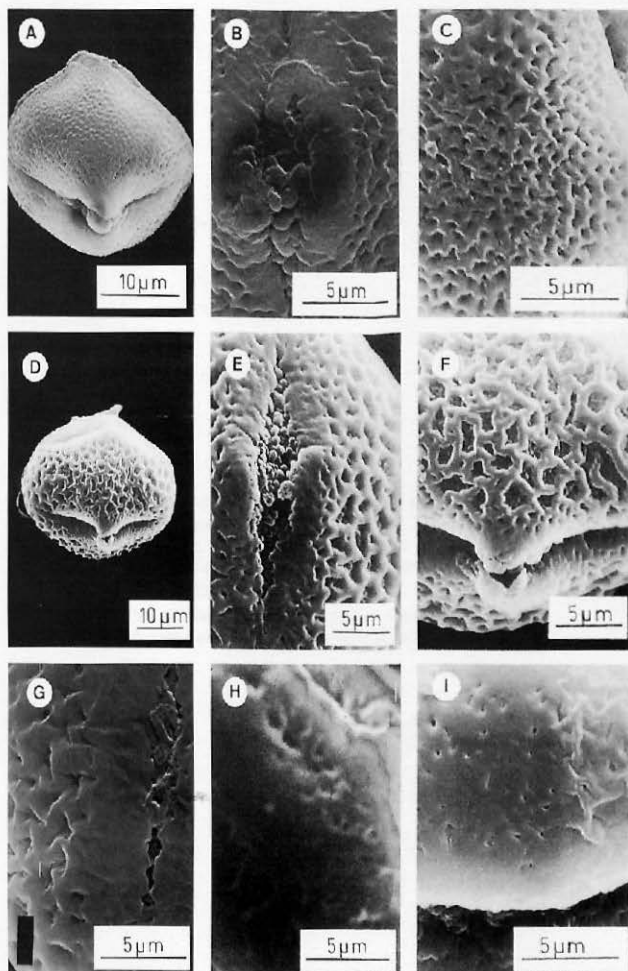
- T. incarnatum* L. var. *incarnatum*, HUESCA: San Juan de Plan, UNEX 6331, INC1; PORTUGAL (Aho Alentejo): Monsaraz, UNEX 6336, INC2
- T. isthmocarpum* Brot., CÁDIZ: Villamartin, UNEX 4235, IST1; SEVILLA: La Puebla del Río, UNEX 4242, IST2
- T. lappaceum* L., HUELVA: Aljaraque, UNEX 6329, LPP1; PORTUGAL (Beira Litoral): Entre Oliveira y San Joao de Madeira, UNEX 6341, LPP2
- T. leucanthum* Bieb., SALAMANCA: Peramata, MA 264680, LEU1
- T. ligusticum* Balbis ex Loisel., MÁLAGA: San Pedro de Alcántara, UNEX 4838, LGS1; PORTUGAL (Beira Litoral): Coimbra, UNEX 4839, LGS2
- T. lucanicum* Gasparr. ex Guss., CÁDIZ: El Bosque, UNEX 1874, LUC1; BADAJOZ: Sierra de María Andrés, UNEX 1873, LUC2
- T. medium* L., LÉRIDA: Seo de Urgell, UNEX 6343, MDM1; LÉRIDA: La Molina, UNEX 4841, MDM2
- T. michelianum* Savi, SALAMANCA: Forfoleda, UNEX 4843, MCH1
- T. micranthum* Viv., LUGO: Peña de San Juan, UNEX 4288, MIC1; MADRID: Soto del Real, MA 336774, MIC2
- T. montanum* L. var. *montanum*, HUESCA: Fornigal de Tena, UNEX 2, MNTM1; BURGOS: Entre Berolado y Villafranca, UNEX 4257, MNTM2
- T. montanum* var. *gayantum* Gren. & Godron, FRANCIA: Aude, MA 264703, MNTG1
- T. mutabile* Portensch., HUELVA: Gibrleón, UNEX 6248, MUT1; HUELVA: Aljaraque, UNEX 6227, MUT2
- T. nigrescens* Viv., CÁDIZ: Los Barrios, UNEX 6243, NIG1; BALEARES (Menorca): Torre Uisa-Vell, UNEX 4256, NIG2
- T. obscurum* Savi, CÁDIZ: Pico de Zaframagón, UNEX 6379, OBS1; PORTUGAL (Aho Alentejo): Elvas, SEV 12790, OBS2
- T. occidentale* D.E. Coombe, LA CORUÑA: Come, UNEX 4273, OCC1
- T. ochroleucom* Hudson, CÁCERES: El Pino de Valencia de Alcántara, UNEX 1875, OCH1; GRANADA: Fuenteña, UNEX 6345, OCH2
- T. ornithopodioides* (L.) Sm., SALAMANCA: Sancti Spiritus, MA 264716, ORN2; SEVILLA: Aznalcázar, SEV 60666, ORN1
- T. pallescens* Schreber, FRANCIA: Val d'Eyne, SEV 101021, PLL1
- T. pallidum* Waldst. & Kit., CÁDIZ: Entre el Bosque y Ubrique, UNEX 4788, PAL1, CÁDIZ: Entre Villamartin y Jerez de la Frontera, UNEX 4799, PAL2
- T. paunicum* Jacq., MADRID: Ceroedilla, MA 144268, PNN1
- T. patens* Schreber, VIZCAYA: Ría de Palencia, UNEX 4292, PTN1; ASTURIAS: Entre Llorena y Gijón, UNEX 4291, PTN2
- T. phleoides* subsp. *willkommii* (Chab.) A. Muñoz, CUENCA: Boniches, MA 332558, PH11
- T. physodes* Steven ex Bieb., PORTUGAL (Beira Litoral): Coimbra, MA 63904, PHY1
- T. pratense* L. subsp. *pratense* var. *pratense*, GRANADA: Sierra Nevada, SEV 56825, PRTPR2; HUELVA: Entre Fuenteheridos y Valdearco, SEV 46156, PRTPR1
- T. pratense* subsp. *pratense* var. *maritimum* Zabel, ASTURIAS: Llanes, SEV 24544, PRTMA1
- T. pratense* subsp. *pratense* var. *pyrenaicum* Willk., LÉRIDA: Viella, MA 336758, PRTPY1
- T. pratense* subsp. *baeticum* (Boiss.) C. Vicioso, CÁDIZ: Los Barrios, UNEX 6324, PRTBA1
- T. repens* L. var. *repens*, HUELVA: Entre Mazagón y Pales de la Frontera, UNEX 4250, RPNR1; LUGO: Samos, UNEX 4243, RPNR2; SEGOVIA: Arévalo, UNEX 4272, RPNR3
- T. repens* var. *gigantum* Lagrèze-Fossat, SEVILLA: Constantina, SEV 63983, RPNG1
- T. repens* var. *nevadense* (Boiss.) C. Vicioso, GRANADA: Sierra Nevada, SEV 78713, RPNN1; ZARAGOZA: Santed, JACA 385381, RPNN2
- T. resupinatum* L., SEVILLA: El Viso del Alcor, UNEX 4215, RSP1; SALAMANCA: Forfoleda, UNEX 4216, RSP2
- T. reusum* L., SALAMANCA: Vecinos, MA 264746, RTS1
- T. ribens* L., LÉRIDA: Nargo, GDA 17600, RBN1; HUESCA: Bielsa, SEV 119334, RBN2

- T. scabrum* L., ÁVILA: Riofrío, GDA 8998, SCB2; BADAJOZ: Burguillos, UNEX 6359, SCB1; SEVILLA: Sevilla, UNEX 6369, SCB3
- T. spadicum* L., FRANCIA: Capcir, MA 62406, SPD1
- T. spumosum* L., SEVILLA: Alcalá de Guadaíra, UNEX 1878, SPM1; SEVILLA: Algámitas, UNEX 1881, SPM2
- T. squamosum* L., SEVILLA: Algámitas, UNEX 6375, SQM1; PORTUGAL (Alto Alentejo): Elvas, UNEX 5258, SQM2
- T. squarrosum* L., CÁDIZ: Grazalema, UNEX 6378, SQR1; CÁDIZ: Pico de Zaframagón, UNEX 6389, SQR2
- T. stellatum* L., ALMERÍA: Cabo de Gata, UNEX 6399, STL1; SEVILLA: Alcalá de Guadaíra, UNEX 6398, STL2
- T. striatum* L. subsp. *striatum*, BADAJOZ: Feria, UNEX 6406, STRS1; SALAMANCA: Palacios del Arzobispo, MA 264776, STRS2
- T. sylvaticum* Gérard ex Loisel., MADRID: Entre El Pardo y Fuencarral, MA 63406, SYL2; ZAMORA: Montamarta, UNEX 6410, SYL1
- T. striatum* subsp. *brevidens* (Lange) A. Muñoz, CUENCA: Talayuelas, MA 242883, STRB1
- T. strictum* L., CUENCA: Fuente del Pino, UNEX 4328, STC1; SALAMANCA: Ledrada, UNEX 9921, STC2
- T. suaveolens* Willd., PORTUGAL (Beira Litoral): Agueda, UNEX 4217, SUA1
- T. subterraneum* L. subsp. *subterraneum* var. *subterraneum*, CÁCERES: Cáceres, UNEX 3917, SUSS1; PORTUGAL (Beira Baixa): Penamacor, UNEX 5098, SUSS2
- T. subterraneum* subsp. *subterraneum* var. *brachycladum* Gibelli & Belli, BADAJOZ: Puerto Mejoral, UNEX 4834, SUSB1
- T. subterraneum* susp. *brachycalycinum* var. *flagelliformis* Guss., SEVILLA: Alcalá de Guadaíra, UNEX 6824, SUBF1
- T. suffocatum* L., SEVILLA: Alcalá de Guadaíra, UNEX 3593, SFF1; BADAJOZ: Feria, UNEX 6236, SFF2
- T. thalii* Vill., HUESCA: Hecho, UNEX 6259, THL1; LÉRIDA: Puerto de la Bonaigua, UNEX 6258, THL2
- T. tomentosum* L., BADAJOZ: Alconera, UNEX 6444, TMS1; SEVILLA: Alcalá de Guadaíra, UNEX 4211, TMS2





LAMINA 1. Tipos polínicos del género *Trifolium*, MICROSCOPIA ÓPTICA. *T. alpinum* (ALP1).- visión ecuatorial: A, sistema apertural; B, mesocolpia; C, corte óptico. visión polar: D, apocolpia; E, corte óptico. *T. pallidum* (PAL1).- visión ecuatorial: F, sistema apertural; G, mesocolpia; H, corte óptico. visión polar: I, apocolpia; J, corte óptico. *T. lucanicum* (LUC1).- visión ecuatorial: K, sistema apertural; L, mesocolpia; M, corte óptico. visión polar: N, apocolpia; O, corte óptico. *T. cernuum* (CRN1).- visión ecuatorial: O, sistema apertural; P, mesocolpia; Q, corte óptico. visión polar: R, apocolpia; S, corte óptico. *T. glomeratum* (GLM1).- visión ecuatorial: T, sistema apertural; U, mesocolpia; V, corte óptico. visión polar: W, apocolpia; X, corte óptico. Escala para todas las microfotografías: 20 µm.



LAMINA 2. Tipos polínicos del género *Trifolium*, MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO. *T. alpinum* (ALP1).- A, visión ecuatorial. B, detalle del sistema apertural. C, detalle de la mesocolpia. *T. rubens* (RBN2).- D, visión ecuatorial. E, detalle del sistema apertural. F, detalle de la mesocolpia. *T. lucanicum* (LUC1).- G, detalle de la mesocolpia. *T. cernuum* (CRN1).- H, detalle de la mesocolpia. *T. glomeratum* (GLM1).- detalle de la mesocolpia.

### FE DE ERRATAS

Debido a un error de imprenta se perdió parte de la leyenda de la Figura 2 del artículo de P. Ramil Rego & M<sup>a</sup> J. Aira Rodríguez, titulado Estudio palinológico de la turbera Do Rio Furnas publicado en el anterior volumen An. Asoc. Palinol. Leng. Esp. 6:83-92.

Para subsanar dicho error, se publica seguidamente una reproducción corregida de la página 86 de aquel artículo.

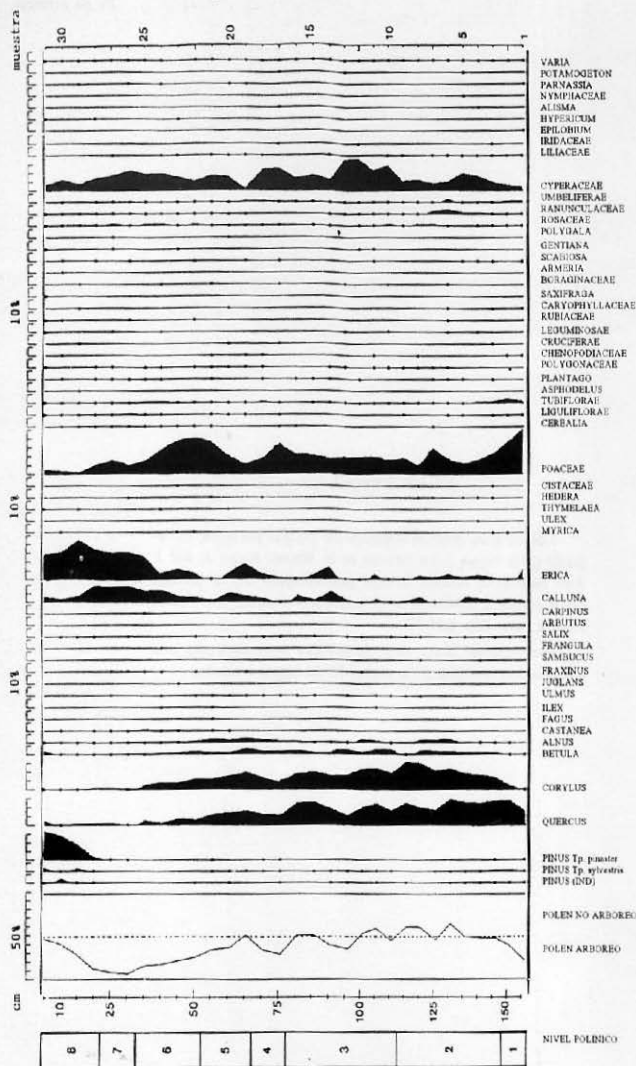


FIGURA 2 - Análisis polínico del Termino de Siletes Furnas