

**Estudis biosistemàtics en *Euphorbia* L. subsect. *Galarraei* (Boiss.) Pax
(grup d'*E. flavicoma* i espècies afins) a la Mediterrània Occidental**

77-2111/AG-2

Joan Simon i Pallisé



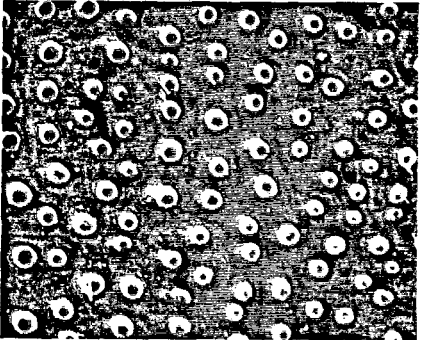
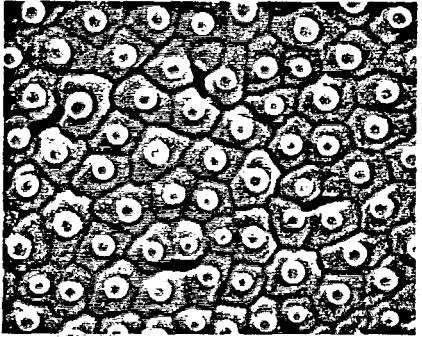
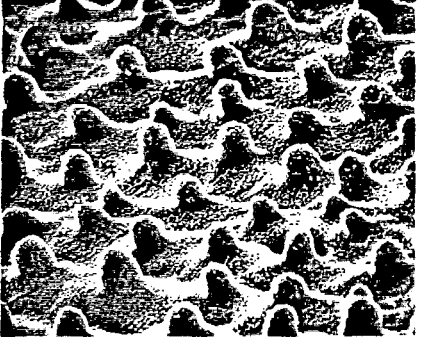
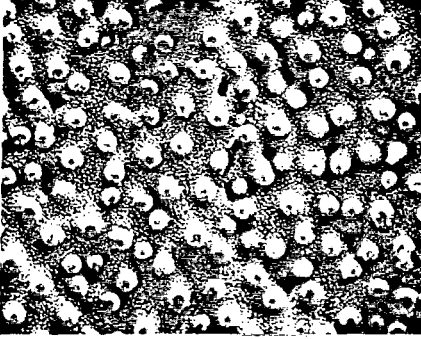
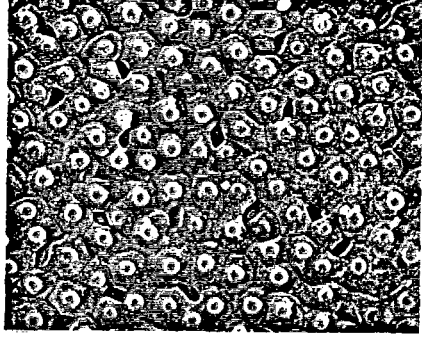

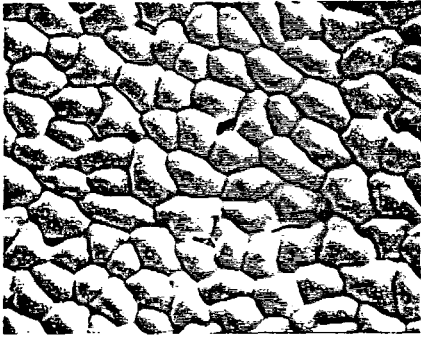

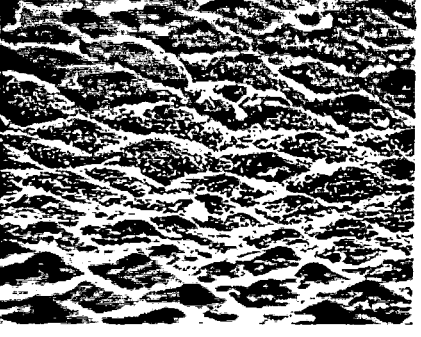
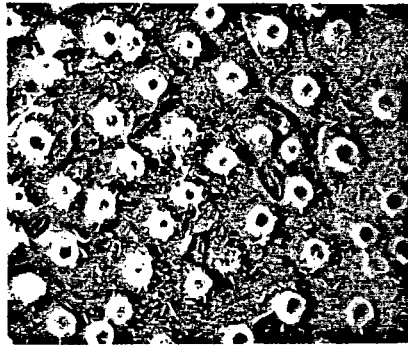
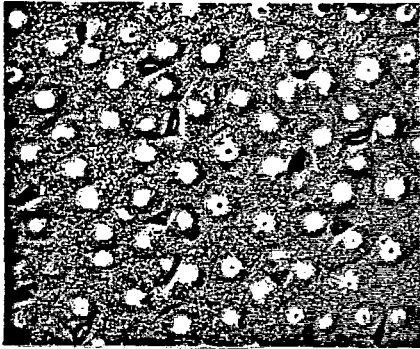
ANVERS	REVERS	ORNAMENTACIÓ
		
<p><i>E. flavicoma</i> subsp. <i>flavicoma</i> (ff-Ma)</p>		
		
<p><i>E. flavicoma</i> subsp. <i>occidentalis</i> (fo-Bu)</p>		
		
<p><i>E. flavicoma</i> subsp. <i>costeana</i> (fc-GAv)</p>		
<p>100 µm</p> <hr style="width: 100%;"/>	<p>100 µm</p> <hr style="width: 100%;"/>	<p>50 µm</p> <hr style="width: 100%;"/>

Figura 4.6. DETALL DE LA SUPERFÍCIE EPIDÈRMICA DE LES FULLES D'*Euphorbia*.

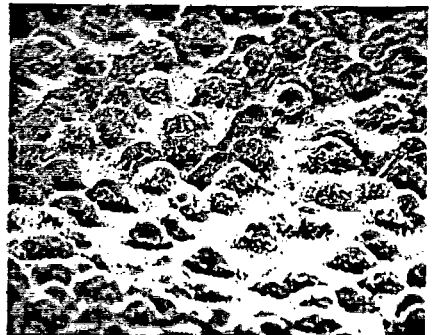
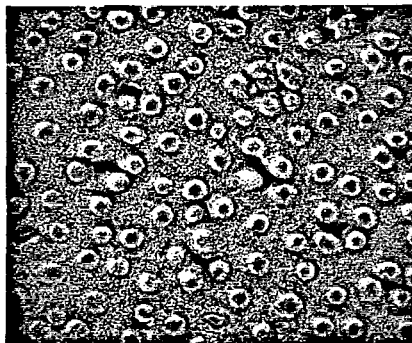
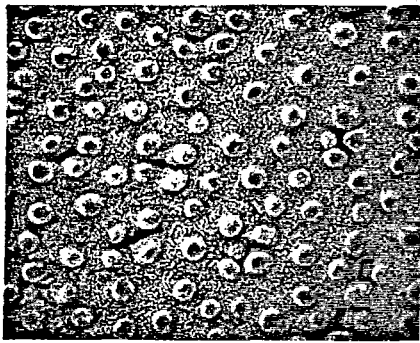
ANVERS

REVERS

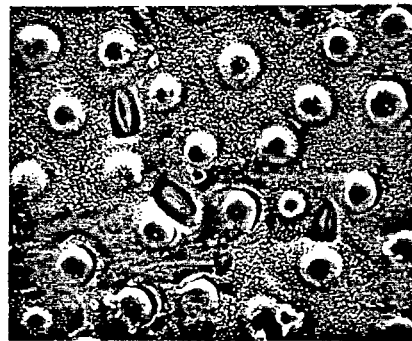
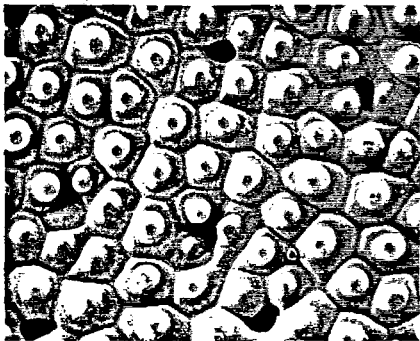
ORNAMENTACIÓ



E. flavicoma subsp. *giselae*



E. spinosa (sp-GAM1)



E. pyrenaica (py-Bu)

100 µm

100 µm

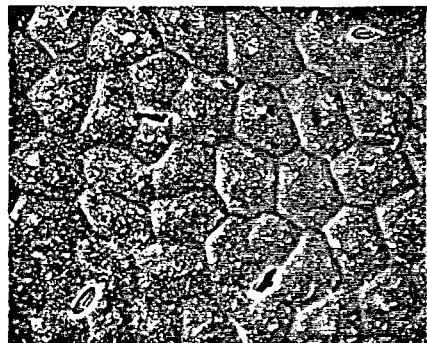
50 µm

Figura 4.6. DETALL DE LA SUPERFÍCIE EPIDÈRMICA DE LES FULLES D'*Euphorbia* (cont.).

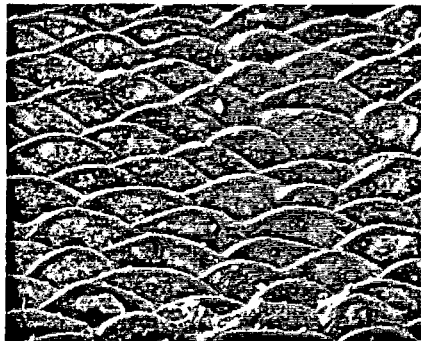
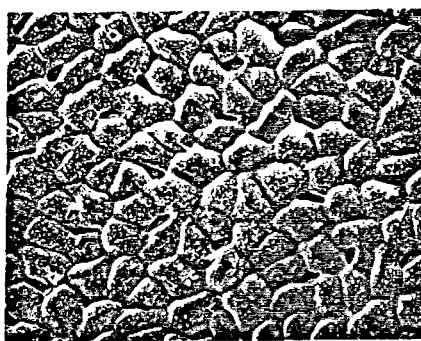
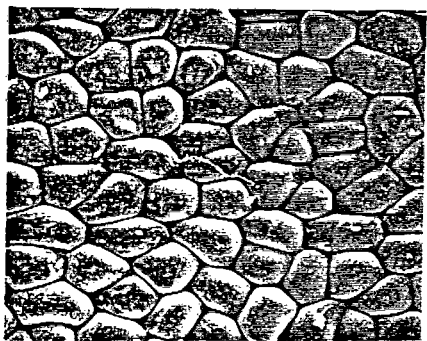
ANVERS

REVERS

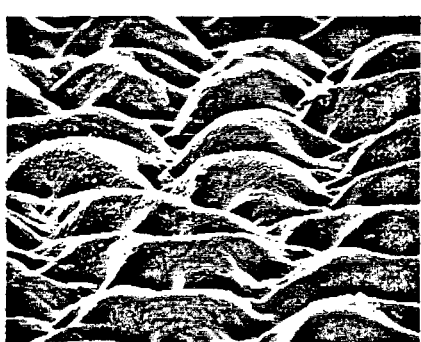
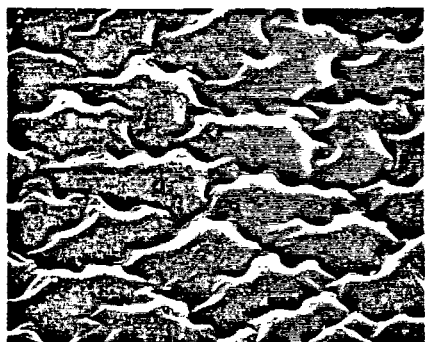
ORNAMENTACIÓ



E. duvalii (dv-GLo)



E. brittingeri (br-GAM1)



E. dulcis (dl-Le)

100 µm

100 µm

50 µm

Figura 4.6. DETALL DE LA SUPERFÍCIE EPIDÈRMICA DE LES FULLES D'*Euphorbia* (cont.).

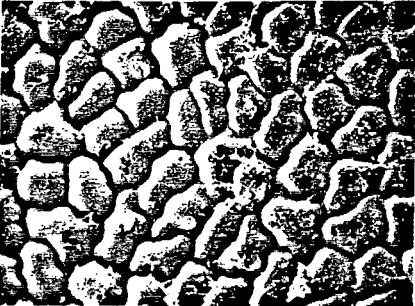
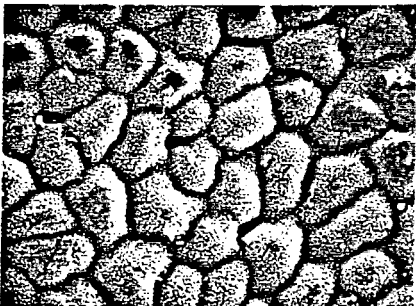
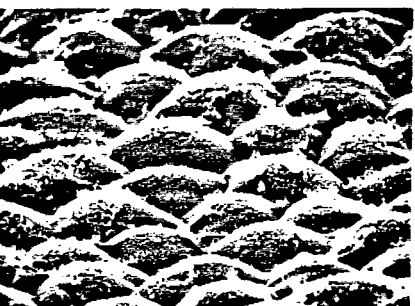
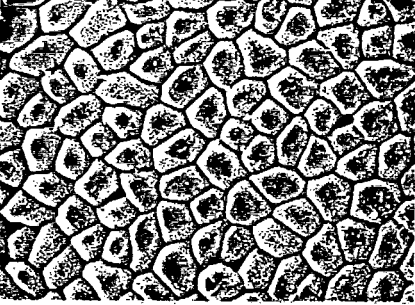
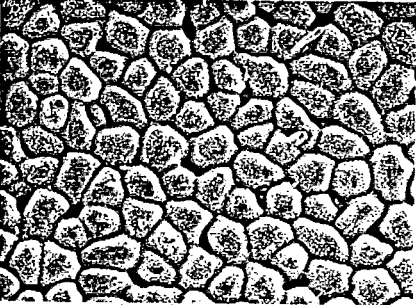
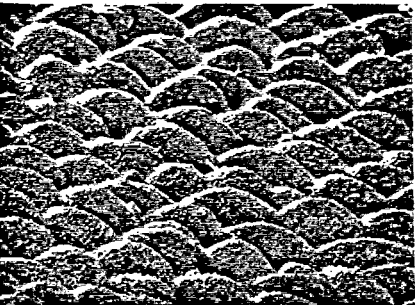



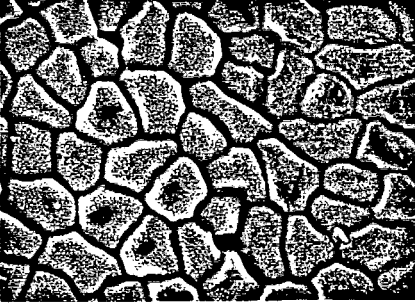


ANVERS	REVERS	ORNAMENTACIÓ
		
<p><i>E. angulata</i> (an-Le2)</p>		
		
<p><i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>polygalifolia</i> (pp-Bu3)</p>		
		
<p><i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>hirta</i> (ph-C3)</p>		
		
<p><i>E. uliginosa</i> (ul-C1)</p>		
<p>100 µm</p> <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	<p>100 µm</p> <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	<p>50 µm</p> <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>

Figura 4.6. DETALL DE LA SUPERFÍCIE EPIDÈRMICA DE LES FULLES D'*Euphorbia* (cont.).

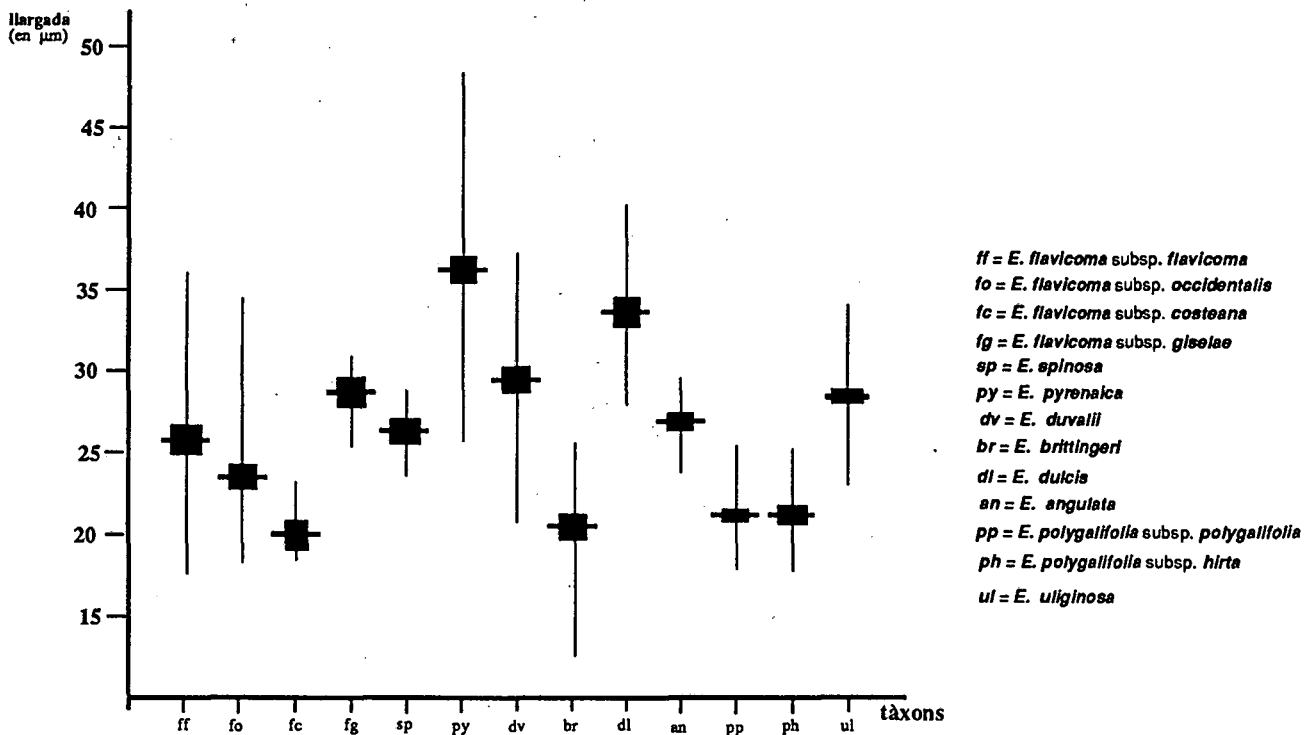


Figura 4.7. TEST GRÀFIC DE SIMPSON & ROE PER A LA LLARGADA DELS ESTOMES PER TÀXONS.

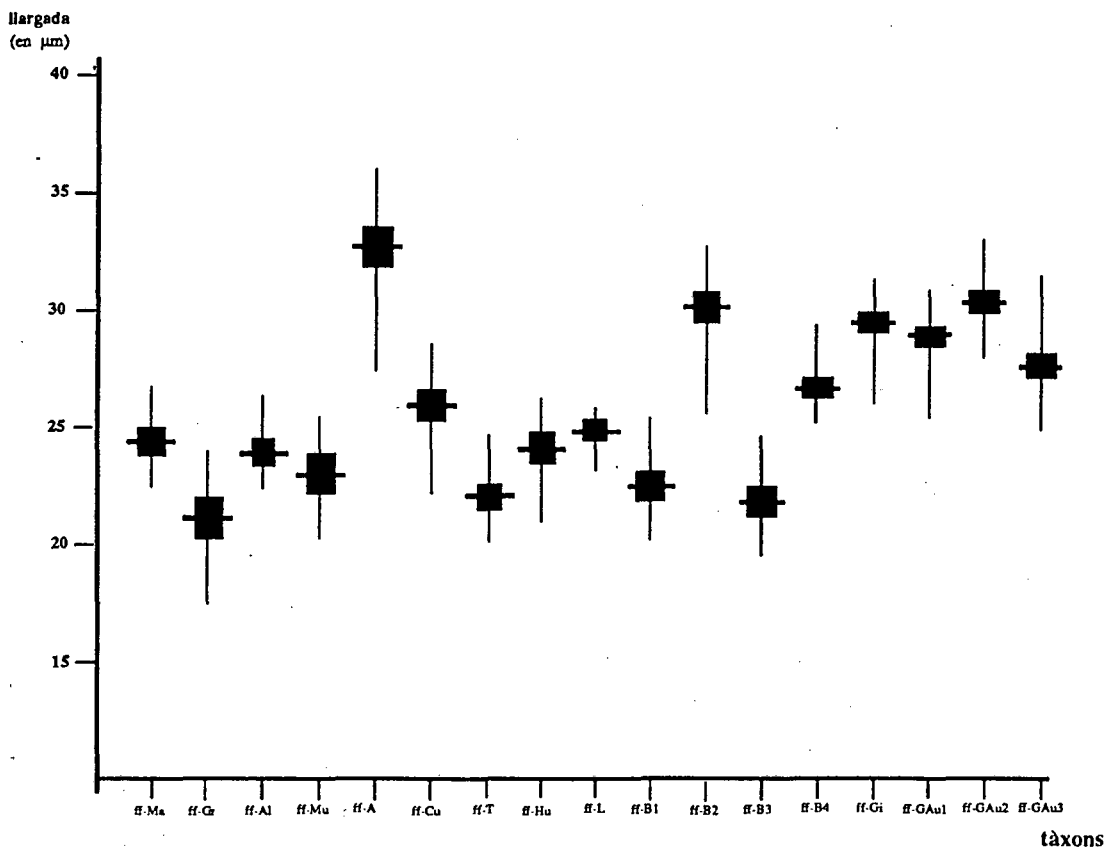


Figura 4.8. TEST GRÀFIC DE SIMPSON & ROE PER A LA LLARGADA DELS ESTOMES PER A LES POBLACIONS D'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma*.

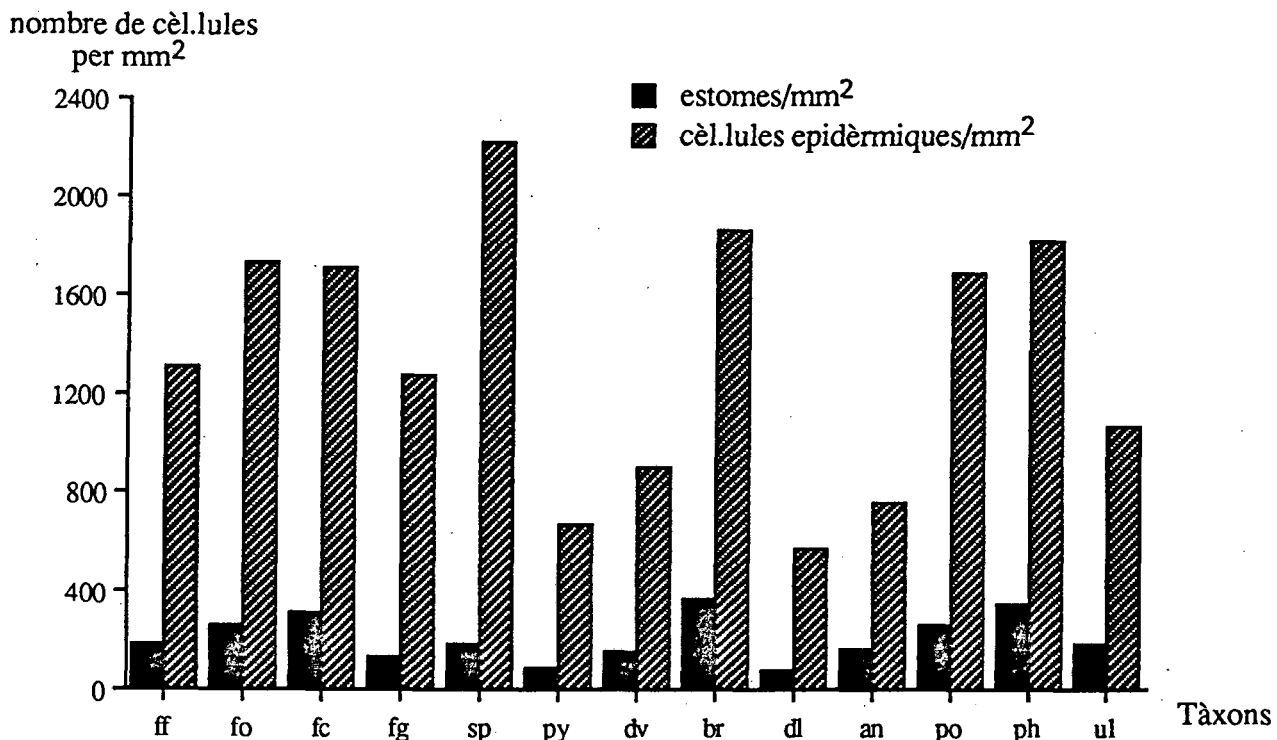


Figura 4.9. DIAGRAMA DE BARRES COMPARATIU ENTRE EL NOMBRE D'ESTOMES I DE CÈL.LULES EPIDÈRMQUES EN EL REVERS DE LES FULLES D'*Euphorbia*.

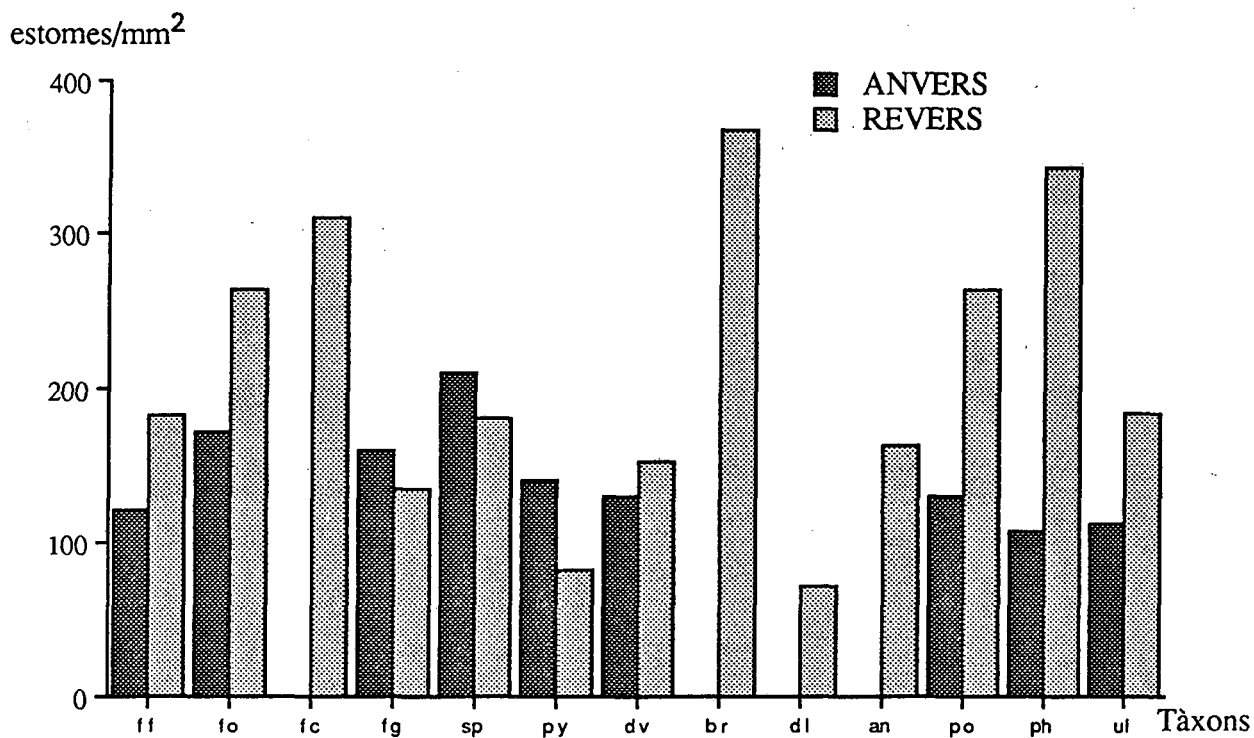
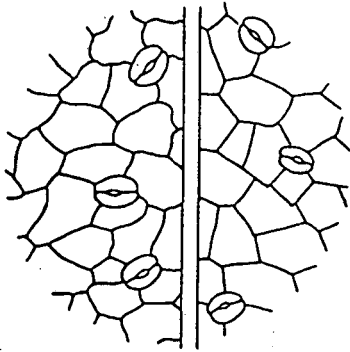


Figura 4.10. DIAGRAMA DE BARRES COMPARATIU ENTRE EL NOMBRE D'ESTOMES A LA CARA ADAXIAL I ABAXIAL DE LES FULLES D'*Euphorbia*.

Figura 4.11. FRAGMENTS EPIDÈRMICS D'*Euphorbia* (I)

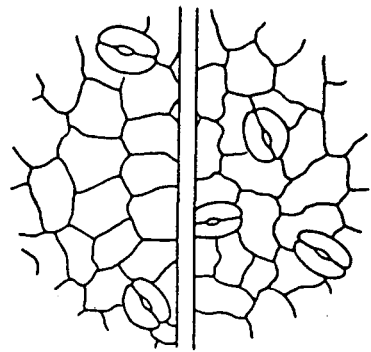
Ad.



E. flavicoma subsp. *flavicoma* (2n=14)

Ab.

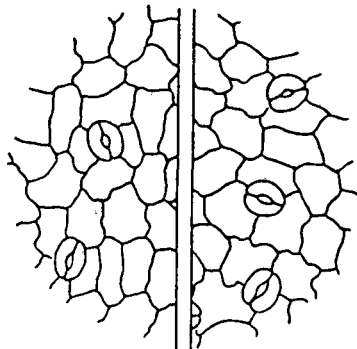
Ad.



E. flavicoma subsp. *flavicoma* (2n=28)

Ab.

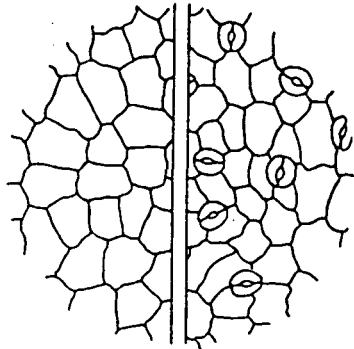
Ad.



E. flavicoma subsp. *occidentalis*

Ab.

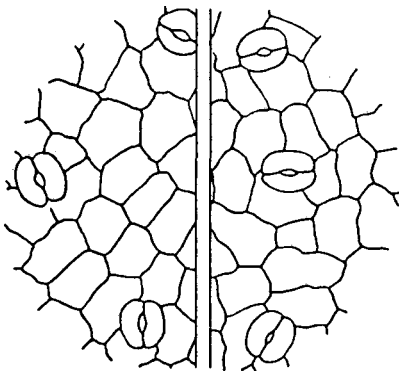
Ad.



E. flavicoma subsp. *costeana*

Ab.

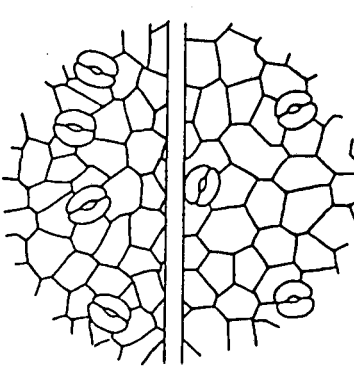
Ad.



E. flavicoma subsp. *giselae*

Ab.

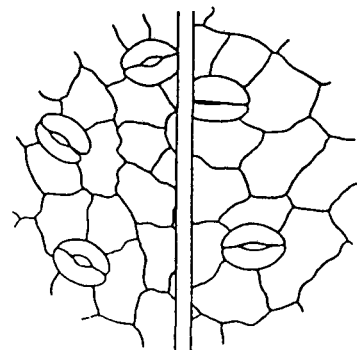
Ad.



E. spinosa

Ab.

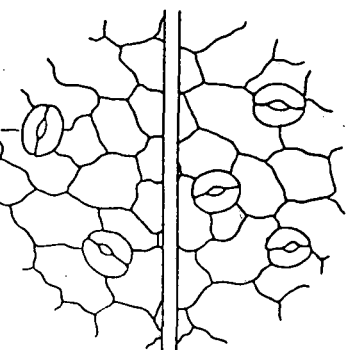
Ad.



E. pyrenaica

Ab.

Ad.

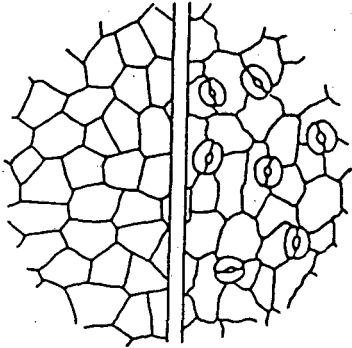


E. duvalii

Ab.

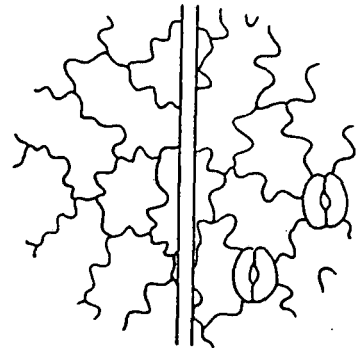
Figura 4.11. FRAGMENTS EPIDÈRMICS D'*Euphorbia* (II)

Ad.



E. brittingeri

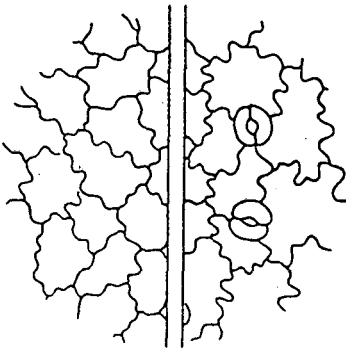
Ab. Ad.



E. dulcis

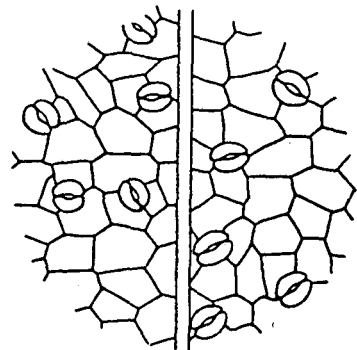
Ab.

Ad.



E. angulata

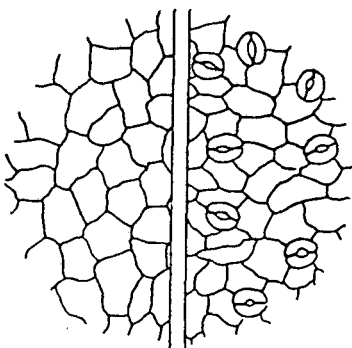
Ab. Ad.



E. polygalifolia subsp. *polygalifolia*

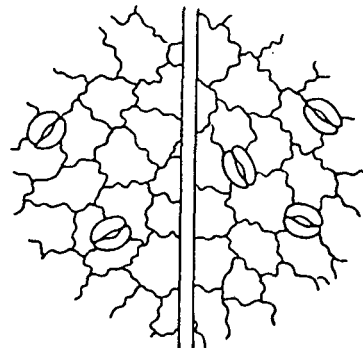
Ab.

Ad.



E. polygalifolia subsp. *hirta*

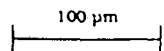
Ab. Ad.



E. uliginosa

Ab.

El semicercle esquerre correspon a la superfície adaxial de la fulla i el dret, a la superfície abaxial de la mateixa fulla.



El gruix de la cutícula es veu fortament afectat per la presència o absència de papil·les i la morfologia d'aquestes. Els engruiximents cuticulars solen aparèixer com a resposta a canvis de les condicions ambientals (WILKINSON, 1979). L'existència de papil·les de forma i mida diferent en els tàxons estudiats, suposa una forta correlació entre aquest caràcter i els diversos habitats que ocupen els tàxons. Estirps pròpies de climes secs i fortament assolellats com *E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, *E. flavicoma* subsp. *giselae* i *E. spinosa*, tenen papil·les de forma cilíndrica, mentre que els tàxons de climes més temperats, tenen papil·les subhemisfèriques. Cal interpretar que les papil·les mamil·liformes correspondrien a un estadi intermedi del grau evolutiu d'aquest caràcter. DENFFER (1986) suggereix que l'existència d'estructures rígides crea un espai sense corrents d'aire arran de la superfície de la fulla que pot, així, acumular vapor d'aigua. A més, i depenent de l'alçada d'aquestes papil·les i de la inclinació de la fulla en la planta, aquestes prominències eviten l'acció directa de la radiació solar sobre els estomes. Si a aquest fet hi sumem la localització visiblement enfonsada dels estomes, podem concloure que aquest tipus de papil·la aporta un alt nivell de defensa contra l'evaporació i a favor de l'economia de l'aigua de la planta. Els altres dos tipus de papil·les (mamil·liforme i subhemisfèrica), creiem que són menys efectives enfront la desecació, però això no representa cap inconvenient per als tàxons que no han de suportar les rigorositats d'ambients tan eixuts.

Totes les espècies estudiades presenten ceres epicuticulars en ambdues superfícies foliars. En l'actualitat s'admet plenament un alt grau de fixació genètica de la morfologia de les ceres (CUTLER & BRANDHAM, 1977; BARTHOLOTT, 1981). Amb tot, altres investigadors (CAMERON, 1970; WHITERCROSS & ARMSTRONG, 1972; BAKER, 1974) opinen que els factors ambientals indueixen decididament el tipus, la quantitat o la distribució dels dipòsits de cera en les superfícies foliars. En el nostre cas, es constata, clarament, una correspondència entre la quantitat de ceres i la morfologia de les papil·les. Així, aquells tàxons que posseeixen papil·les cilíndriques o mamil·liformes, tene una major quantitat de dipòsits de cera. Els tàxons amb més ceres, coincideixen amb aquells que necessiten d'una major protecció envers l'exterior. Bàsicament les ceres aconpleixen dues funcions: en primer lloc actuen com a barrera de defensa física (excès d'aigua, llum, etc.) i química (fitòfags, micosis, etc.) enfront els agents externs a la planta i, en segon lloc, són un filtre excel·lent davant de la intensa radiació solar (BAKER, 1974). La disposició de les plaquetes que formen els dipòsits de ceres amb forma estrellada observada en els nostres tàxons, fa que aquestes plaquetes estiguin orientades cap a totes les direccions de l'espai, fet que, en l'opinió de BARBER (1955), augmenta considerablement la capacitat de reflexió de la llum.

Cal destacar, també, l'efecte que l'altitud té sobre el gruix de la cutícula i els dipòsits de cera. En *E. pyrenaica*, planta que, recordem-ho, creix a l'estatge alpí o subalpí i en ambients rupícoles, s'observen, fins i tot macroscòpicament, engruiximents de la cutícula foliar fins al punt de tenir una franca consistència coriàcia. SCHOROETER (1923) demostra en *Salix retusa* L., que l'efecte d'un grau d'humitat molt baix, típic de l'alta muntanya, provoca el desenvolupament de cutícules engruixides en moltes plantes alpines. Les fulles d'*E. pyrenaica*, a més d'estar fortament cutinitzades, manifesten una certa tendència a ser glauques. BARBER (1955) demostra que les superfícies glauques poden tenir un efecte directe en

l'absorció de l'energia solar i, argumenta, que l'alta reflexió de la llum confereix avantatges selectius a plantes de climes alpins subjectes a grans quantitats de radiacions ultraviolades. Posteriorment, THOMAS & BARBER (1974) consideren, també, que les superfícies glaucescents estan més ben adaptades a la severitat del clima alpí per efecte del rebuig de l'aigua que presenten les substàncies amb propietats hidròfobes com són les ceres. Aquest fet és de vital importància enfront de les freqüents i fortes glaçades a les quals estan exposades aquestes plantes fins i tot en el període estival.

Tots aquests comentaris ecofisiològics respecte d'*E. pyrenaica*, són un exemple precís del fort lligam entre algunes característiques epidèrmiques, indispensables per al bon desenvolupament de la planta, i un gran nombre de factors ambientals que intervenen, en grau variable, sobre la planta. Únicament el desenvolupament controlat de plàntules germinades en laboratori, posarà en evidència el comportament d'aquests microcaràcters sota unes condicions ambientals predefinides i en permetrà deduir-ne el grau de fixació genètica.

La conclusió final del que acabem de comentar, és una correspondència, difícilment discutible, entre la morfologia de les epidermis foliars i els factors climàtics o de distribució geogràfica. En la nostra opinió, molts d'aquests microcaràcters es troben sota control genètic com a resposta adaptativa a l'hàbitat que li és propi a cada tàxon. Amb tot, la majoria d'aquests microcaràcters, disposaria d'un cert marge de variació fenotípica on factors com la llum, la temperatura, el sòl, la humitat, el règim pluviomètric o l'altitud entre d'altres, diferenciarien les diverses poblacions d'un mateix tàxon, però sempre dintre d'uns límits genèticament fixats, estables i que poden trasmetre's, òbviament, per via hereditària.

La micromorfologia dels òrgans foliars és fonamental per a il·lustrar i demostrar la possibilitat de fenòmens de microespeciació simpàtrica ecològica. En algunes espècies, com per exemple *E. flavicoma* l'ocupació de noves àrees geogràfiques comportaria l'aparició d'un cert grau de polimorfisme. La persistència dels fenotips més ben adaptats establiria el punt final d'aquesta diferenciació ecològica (WHITE, 1978). En qualsevol cas, aquest serà un tema que discutirem globalment en un capítol posterior.

4.2. INDUMENT

4.2.1. INTRODUCCIÓ

Els tricomes han tingut tradicionalment, i continuen tenint, una considerable importància en la investigació de la sistemàtica de les angiospermes (THEOBALD *et al.*, 1979). Les característiques de l'indument han estat emprades com a caràcter taxonòmic monogràfic en treballs específics d'alguns grups de plantes superiors. A partir de la dècada dels setanta són molt els autors que dediquen especial atenció a l'indument; serveixi com exemple els treballs de CAROLIN (1971) en goodniàcies, SHANMUKHA RAO (1987) en esterculiàcies,

RAMAYYA & SHANMUKHA (1976) en malvàcies, ALEYKUTTY & INAMDAR (1980) en l'ordre ranals, ROE (1971) en solanàcies, AHMAND (1978) en acantàcies i MANZANARES *et al.* (1983) en *Teucrium* on, a partir de l'indument exclusivament, es fan valuoses consideracions biosistemàtiques i/o taxonòmiques. Ultra això, la pilositat, sobretot pel que fa al tipus de tricoma, ha demostrat sobradament la seva vàlua entre els farmacognostes per a detectar falsificacions de plantes medicinals (PARIS, 1971) i es troben fins i tot, protocols normalitzats en diverses farmacopees (PHARMACOPÉE EUROPÉENNE, 1980).

Malgrat la vàlua cada vegada més provada d'aquest caràcter en determinats grups de plantes, val la pena actuar amb una certa reserva a l'hora d'encetar estudis sobre l'indument. Són molts els autors que opinen que massa sovint la pilositat va lligada a factors extrínsecs a la planta, i es fa, a voltes, tan variable que la seva utilització és d'escassa o nul·la importància per a la diferenciació de categories (METCALFE & CHALK, 1950). De tota manera, altres autors creuen que el tipus de tricoma, juntament amb la seva distribució en els diferents òrgans de la planta, són caràcters que solen estar fixats genèticament (THEOBALD *et al.*, 1979) i que poden indicar, en aquest cas, variacions taxonòmiques considerables (HEYWOOD, 1984).

Pel que fa a l'indument dins el gènere *Euphorbia*, només cal advertir en la nomenclatura l'abundància d'epítets que fan referència directa a la pilositat (*E. hirta* L., *E. hirsuta* L., *E. pilosa* L., *E. pubentissima* Michaux, *E. puberula* Fernald, *E. pubescens* Vahl, *E. tomentulosa* Watson, *E. villosa* Waldst. & Kit. ex Willd., etc.) per a fer-nos una idea de la utilització d'aquest caràcter dins el gènere.

Han estat nombrosos els autors que des d'antic s'han ajudat d'aquest caràcter, amb més o menys encert, per a diferenciar les diverses espècies que componen el gènere (CANDOLLE, 1815; BOISSIER, 1862; ROUY, 1910; FIORI & PAOLETTI, 1933; PROKHANOV, 1949; VINDT, 1960; SMITH & TUTIN, 1968; BOLÒS & VIGO, 1990) tot i que cap d'ells s'atura a fer un estudi més detallat de les característiques individuals d'aquests tricomes.

Encara que gairebé tots els òrgans de la planta són més o menys susceptibles de posseir pilositat, la majoria d'espècies del gènere *Euphorbia* són glabres (VINDT, 1960). Els pèls són els més simplificats dins de la família: eglandulars, normalment unicel·lulars o molt rarament pluricel·lulars, però, en aquest últim cas, són sempre uniserials. Els àpexs dels tricomes poden ser aguts, arrodonits o truncats. Rarament, s'han observat algunes espècies (*E. dentata* Michaux, *E. tomentulosa* Watson) amb més d'un tipus de tricoma en la mateixa superfície foliar (SEHGAL & PALIWAL, 1974).

En la nostra subsecció s'han observat únicament pèls tectors, sempre unicel·lulars (figura 4.12.a), de superfície més o menys escàbrida (figura 4.12.b) i amb una longitud força variable. L'interior sovint és buit, la qual cosa, juntament amb el fet que determinats tàxons poden tenir tricomes amb les parets molt fines, pot fer-nos veure, si l'observació es fa amb un microscopi òptic, pèls una mica translúcids.

Malgrat que les característiques de l'indument han estat de sempre força emprades en la tija, fulles i càpsula en el grup de tàxons que aquí s'estudien, ens hem adonat que sovint s'ha sobrevalorat o se l'hi ha donat poc pes específic. Així, és força significatiu el fet d'haver estat descrits (dins el grup que ens ocupa) nous tàxons a nivell infraespecífic, on el caràcter diferencial és la pilositat (*E. flavicoma* f. *puberula* Loscos ex Willk., *E. verrucosa* var. *velutina* Boiss. in DC.) sense tenir en consideració les variacions importants d'aquest caràcter fins i tot dins una mateixa població. D'altres autors, però, van tenir la lucidesa de proposar tàxons basant-se en aquest caràcter (*E. polygalifolia* var. *hirta* Lange) que amb el pas del temps han esdevingut plenament encertats.

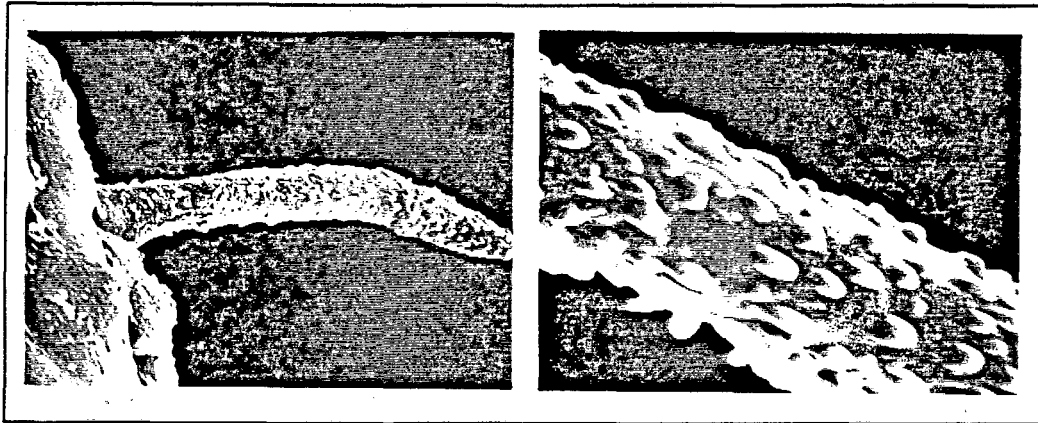


Figura 4.12. VISIÓ GENERAL I DETALL DE LA SUPERFÍCIE DELS TRICOMES D'*Euphorbia*.

En aquest estat de la qüestió, ens proposem esbrinar quin paper juguen els caràcters de l'indument que puguin tenir aplicació sistemàtica en els tàxons revisats i com varien aquests amb relació als factors ambientals.

4.2.2. MATERIAL I MÈTODES

El material sobre el que hem realitzat l'estudi i caracterització de l'indument, prové en la seva totalitat d'espècimens premsats, complementat amb totes aquelles anotacions que ferem d'observacions sobre el terreny. Hem intentat fer la tria de les localitats tenint en compte d'abastar la major àrea de distribució possible així com el major nombre de factors ecològics (altitud, hàbitat, etc) propis d'on viu la planta. La relació del material estudiat és troba indicada a l'apèndix 4.1.

Les observacions s'han realitzat sobre la pilositat localitzada en les parts vegetatives (fulles caulinars, fulles pleocasials, fulles dicasials, tiges i radis pleocasials) i sempre en individus adults. Deixem de costat la pilositat que apareix entre els lòbuls del ciati i a la part interior del periciati. Anteriorment, ja havíem advertit, en l'apartat dedicat al ciati, que aquesta pilositat és molt poc rellevant a efectes discriminatoris per a la totalitat dels tàxons estudiats.

4.2.2.1. Tècniques d'observació

a.- ESTEREOSCOPI BINOCULAR

S'ha observat l'indument directament del plec d'herbari sense cap mena de manipulació prèvia per a cadascuna de les poblacions estudiades. Totes les mesures s'han fet amb l'ajut d'un micròmetre ateses les petites dimensions d'aquests tricomes. Les observacions han estat realitzades amb un estereoscopi binocular Zeiss a x10 i x40 augments

Els paràmetres considerats han estat: tipus, longitud i densitat de la pilositat en diverses zones de l'espècimen (part inferior de la tija, part superior de la tija, radis pleocasials, anvers, revers i marge de les fulles caulinars i anvers i revers de les fulles pleocasials). Aquestes zones han estat establertes per a avaluar la variabilitat d'aquest indument dins un mateix individu, dins una mateixa població i per últim dins un mateix tàxon, a la vegada que ens ha permès determinar el millor lloc per prendre les mostres per al MER. En tots el casos s'ha explorat més d'un òrgan dins un mateix peu per a apreciar la constància de les dades preses a nivell individual. Així, per a cada P.S.E.B. s'han observat un mínim de 5 espècimens i en l'espècimen més representatiu s'ha mesurat la longitud de 20 tricomes ben desenvolupats per a cadascuna de les zones abans esmentades. Per a la resta de poblacions, s'han observat 2 espècimens, d'un dels quals s'han mesurat 10 tricomes. A partir de les dades numèriques hem calculat els intervals de variació, la mitjana i l'error estàndard.

A mesura que avançàvem en l'obtenció de dades, vam detectar una important variabilitat intraespecífica de la distribució de l'indument segons la seva distribució geogràfica. Aquest fet va fer necessària una segona prospecció, molt més àmplia que la primera, per tal d'aportar uns resultats, tenint en compte l'origen geogràfic, que fossin estadísticament significatius. Així, vam revisar la distribució de la pilositat tan sols en les fulles i les tiges, en prop de 350 espècimens d'entre els tàxons estudiats.

Pel que fa a la terminologia emprada val a dir que hem detectat una certa confusió a l'hora d'establir els diversos models d'indument segons els diferents autors consultats. En el cas que ara ens ocupa, i en un intent de simplificació, hem optat per adoptar la terminologia suggerida per PAYNE (1978) pel que fa al tipus de tricomes, i la proposada per STEARN (1983) i HEWSON (1988) en referència a l'indument.

b.- MICROSCÒPIA ELECTRÒNICA DE RASTREIG

Donada la impossibilitat d'observar amb el MER un nombre suficient de mostres que ens permeti fer un tractament estadístic, s'han estudiat en aquest aparell només aquells caràcters que necessiten d'una major sensibilitat i exactitud d'apreciació. La resta de caràcters s'han avaluat, com ja hem dit, fent ús d'un estereoscopi binocular.

Les mostres s'han fixat directament al camp amb glutaraldehid al 25 % en dissolució aquosa per a poder-les processar, just en el moment de procedir a la seva observació, amb la

funció de la menor o major longitud del pèl. Aquest diàmetre gairebé no varia des de la base fins l'apex. Són, de llarg, els tricomes més freqüents i es presenten en tots els tàxons estudiats i en tots els òrgans que en disposen.

L'observació amb el MER de l'ornamentació de la superfície dels tricomes, no ens ha permès veure diferències significatives que poguessin aportar nous caràcters diferencials. Si bé es cert que tàxons com *E. dulcis* i *E. angulata* tenen una certa tendència a tenir les escabrositats de menors dimensions i en menor densitat, aquest fet és difícilment expressable numèricament, més si tenim en compte la gran variabilitat dels caràcters que tenen a veure amb la pilositat i el nombre, relativament escàs, de poblacions observades amb el MER. Ens consta, però, que aquest és un bon caràcter en tàxons pròxims com *E. squamigera* Loisel. i *E. clementei* Boiss., ambdós filogenèticament molt emparentats amb els tàxons del nostre grup (J. VICENS, *comm. pers.*).

Els tricomes cilíndrics llargs poden mostrar-se fortament cargolats sobre sí mateixos, i llavors parlem d'una pilositat crespa, o bé poden ser totalment rectes. En aquest últim cas, els tricomes poden disposar-se, bàsicament, de 2 maneres diferents sobre els diversos òrgans: aplicats o patents. La pilositat crespa és exclusiva dels tàxons que conformen *E. flavicoma*, si bé *E. flavicoma* subsp. *giselae* té un indument variable amb pilositat crespa però amb una major proporció de pilositat patent. *E. brittingeri* i *E. duvalii* tenen una pilositat amb una clara tendència a ser aplicada, ben al contrari d'*E. dulcis* i *E. angulata* on la tendència és una pilositat patent. Totes les poblacions estudiades d'*E. polygalifolia* subsp. *hirta* posseeixen únicament tricomes patents, a l'igual que les poblacions piloses d'*E. uliginosa* (cf. taula 4.5).

Tot i que en un primer moment vàrem pensar que la distribució de la pilositat en els diferents òrgans era força constant i característica de cadascun dels tàxons, hem observat, com posteriorment comentarem, que algunes zones geogràfiques són notablement conflictives pel que fa a aquest caràcter (cf. figura 4.13). Així, tot i haver pres mesures en diverses parts vegetatives de la planta, hem considerat finalment, i a efectes pràctics, comentar únicament els 2 òrgans on la pilositat es manté més constant: la tija (en la seva zona superior) i la fulla (en el marge i en el revers foliar). A grans trets, podem dividir els nostres tàxons en 4 grans grups. Un primer, format per *E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, *E. flavicoma* subsp. *occidentalis* i *E. flavicoma* subsp. *costeana*, on la pilositat es distribueix per la tija i el marge foliar. Un segon grup, on la pilositat es disposa exclusivament pel limbe foliar, està format per *E. brittingeri*, *E. duvalii*, *E. angulata* i *E. uliginosa*. Un tercer, format per *E. flavicoma* subsp. *giselae* i *E. dulcis*, que sol tenir la pilositat repartida per la tija i la fulla. Finalment, una pilositat sobre la tija, és característica d'*E. polygalifolia* subsp. *hirta* (cf. taula 4.5).

Pel que fa a la densitat d'aquest indument, hem de remarcar la forta variabilitat intraespecífica manifestada per tàxons com *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* i *E. brittingeri*. Tan sols fer notar els valors francament alts, a nivell del limbe foliar, d'*E. flavicoma* subsp. *giselae* enfront de la resta de tàxons.

tècnica ja comentada del punt crític. La pauta, condicions de treball i aparells utilitzats són els mateixos que hem assenyalat en l'apartat 4.1.2.1.b.

Hem estudiat, en una sola població per tàxon, tots aquells paràmetres que tinguin a veure amb l'arquitectura i/o ornamentació del tricoma. Així, s'ha observat la morfologia, mida i densitat de les escabrositats que cobreixen superficialment aquests tricomes.

Prèviament havíem establert les zones on la pilositat es manté més constant i, conseqüentment, d'on caldria prendre les mostres per al MER. La conclusió a la qual hem arribat indica que les zones més representatives corresponen a la part superior de la tija i al terç inferior de la fulla més desenvolupada (tant per la cara adaxial com per l'abaxial).

4.2.3. RESULTATS

Els resultats obtinguts a partir de les observacions efectuades, es troben recollits a la taula 4.6 per poblacions. Els valors aconseguits de les P.S.E.B. s'han compendiat per tàxons i es mostren a la taula 4.5. Per a cada tàxon proveït de pilositat s'adjunten fotografies obtingudes amb el MER que s'exposen a les figures 4.13 i 4.14. Els resultats de la longitud dels tricomes s'han representat en tres dimensions tenint en compte la seva distribució a la planta (figura 4.16). Finalment, la variabilitat intraespecífica de l'indument relacionada amb la distribució geogràfica, es fa palesa en el conjunt de mapes de la figura 4.15.

Del conjunt de resultats s'endevina, d'entrada, la divisió en dos grups dels tàxons estudiats pel que fa a la pilositat. En un primer grup, hi entrarien a formar part els tàxons glabres. En formen part *E. pyrenaica*, *E. spinosa* i *E. polygalifolia*. Tota la resta de tàxons tenen un indument més o menys destacat tot i que també poden aparèixer individus i/o poblacions totalment glabres.

Com és característic del gènere, aquesta pilositat és únicament formada per pèls unicel·lulars i e glandulars. Morfològicament parlant, tan sols podem distingir dos tipus de tricomes:

a.- TRICOMES CÒNICS CURTS.

Aquest tipus de tricoma es caracteritza per una longitud sempre inferior a 100 µm, fet que impossibilita la seva detecció a simple vista. Amb el MER apareixen sovint corbats i marcadament rabassuts. La base on es sustenten sobresurt ostensiblement, i l'amplada màxima és, en aquest punt, al voltant de 15 µm. La seva superfície és tan sols lleugerament berrucosa. Hem observat la seva presència exclusivament en el marge foliar de les 4 subespècies que formen *E. flavicoma* i, en tots el casos, la seva proporció és molt escassa.

b.- TRICOMES CILÍNDRICS LLARGS.

La longitud és molt variable, amb uns marges de variació que van de 100 µm fins a valors que s'aproximen al mil·límetre. La seva observació amb el MER ens fa adonar d'una superfície sempre més o menys escàbrida. L'amplada de la base varia entre 12 i 16 µm en

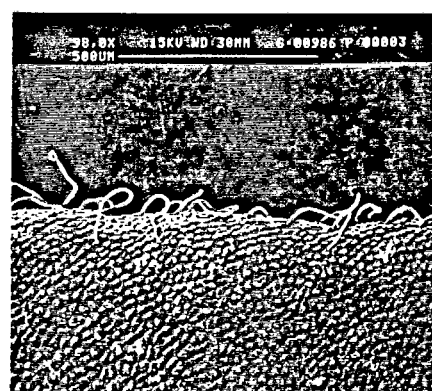
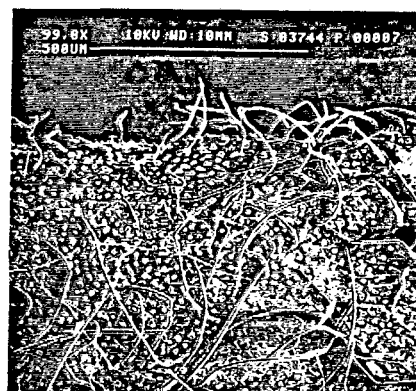
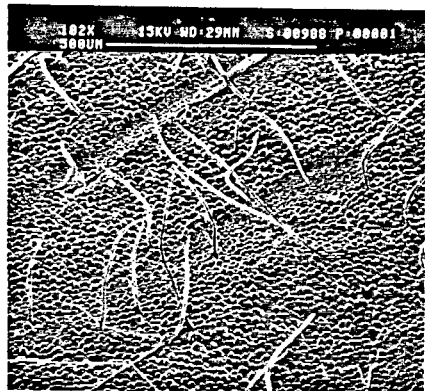
Taula 4.5. RESULTATS DE LA PILOSITAT DE LES P.S.E.B. PER TÀXONS

TÀXONS	PILOSITAT			MARGE FOLIAR		TIJA		ANVERS FOLIAR		REVERS FOLIAR	
	PRESENCIA	DENSITAT	TIPUS	mín.-màx.	m ± ES	mín.-màx.	m ± ES	mín.-màx.	m ± ES	mín.-màx.	m ± ES
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>flavicoma</i>	90 %	pubescent	crespa	75-375	165±10	100-325	208±10	-	-	-	-
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>occidentalis</i>	100 %	pubescent	crespa	100-325	185±10	125-450	242±11	-	-	-	-
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>costeana</i>	100 %	glabrescent	crespa	75-150	120±7	-	-	-	-	-	-
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>giselae</i>	100 %	vil.lós	patent	200-375	265±12	325-550	423±11	550-750	687±18	600-825	718±13
<i>E. spinosa</i>	0 %	---	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. pyrenaica</i>	0 %	---	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. duvalii</i>	60 %	vil.lós	aplicada	-	-	-	-	350-600	504±12	325-700	517±13
<i>E. brittingeri</i>	70 %	vil.lós	aplicada	-	-	-	-	150-550	417±18	250-700	422±12
<i>E. dulcis</i>	90 %	vil.lós	patent	-	-	400-825	610±26	600-800	712±13	675-850	736±12
<i>E. angulata</i>	30 %	glabrescent	patent	-	-	350-600	485±14	320-600	455±16	350-675	485±11
<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>polygalifolia</i>	0 %	---	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>hirta</i>	100 %	hirsut	patent	-	-	300-850	563±14	-	-	-	-
<i>E. uliginosa</i>	90 %	hirsut	patent	-	-	125-400	261±10	200-425	316±12	225-450	326±12

Tots els resultats s'expressen en µm. mín.-màx., indica el valor mínim i el valor màxim i m ± ES indica la mitjana dels valors ± l'error estàndard.

LIMBE

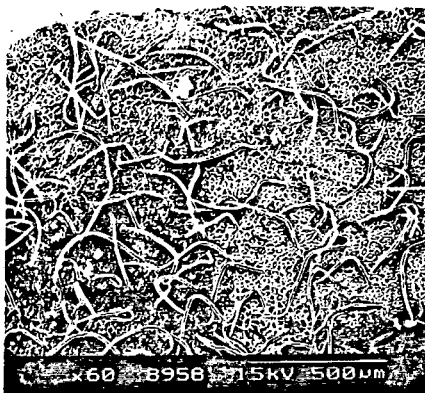
MARGE



E. brittingeri (br-Hu2)

E. flavicoma
subsp. *giselae*

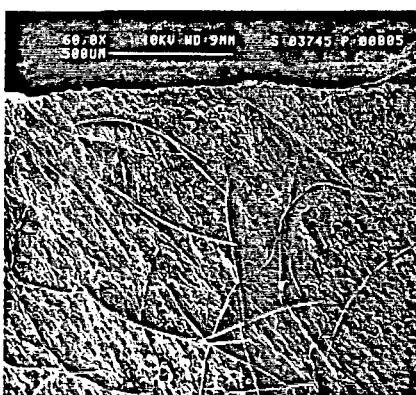
E. flavicoma
subsp. *flavicoma* (ff-Mu)



E. duvalii (dv-GAu)

E. uliginosa (ul-C1)

E. flavicoma
subsp. *occidentalis* (fo-Le2)



E. dulcis (dl-L)

E. angulata (an-Le1)

E. flavicoma
subsp. *costeana* (fc-GAv)

Figura 4.13. INDUMENT DE LES FULLES D'*Euphorbia* al MER.



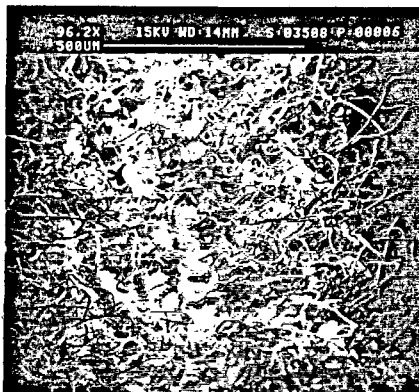
E. flavicoma
subsp. *flavicoma* (fo-Mu)



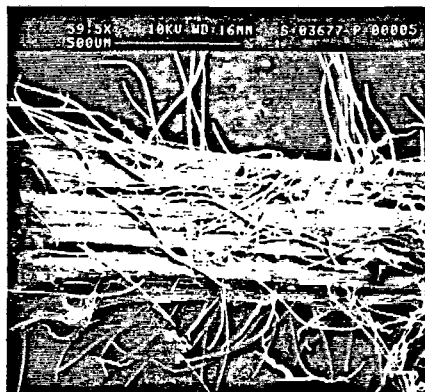
E. flavicoma
subsp. *occidentalis* (fo-Le2)



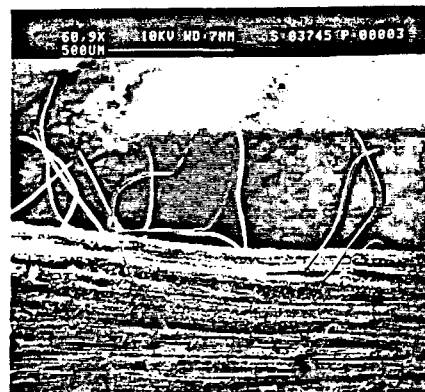
E. flavicoma
subsp. *costeana* (fc-GAv)



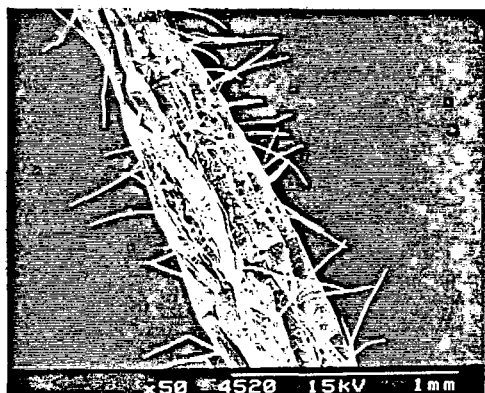
E. flavicoma
subsp. *giselae*



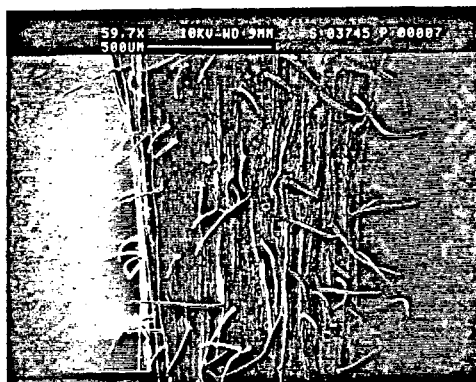
E. dulcis (dl-L)



E. angulata (an-Le1)



E. polygalifolia (ph-Lu1)
subsp. *hirta*



E. uliginosa (ul-C1)

Figura 4.14. INDUMENT DE LES TIGES D'*Euphorbia* al MER.

Taula 4.6. BIOMETRIA DE LA PILOSITAT

POBLACIONS	LOCALITZACIÓ INDUMENT									TIPUS PÈLS
	TIJA			MARGE FOLIAR			LIMBE FOLIAR			
	interval	m ± ES	densitat	interval	m ± ES	densitat	interval	m ± ES	densitat	
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>flavicoma</i>										
ff-Ma	175-300	235±10,7	100	125-200	157±7,9	2	----	----	----	cresps
ff-Gr	150-200	172±5,5	110	125-175	145±6,9	2	----	----	----	cresps
ff-AI	150-200	175±5,1	80	100-175	125±7,9	5	----	----	----	cresps
ff-Mu	150-250	197±9,6	90	125-200	152±8,2	4	----	----	----	cresps
ff-A	200-300	245±9,2	30	175-275	227±11,9	12	----	----	----	cresps
ff-Cu	175-325	257±13,2	80	100-175	130±6,9	9	----	----	----	cresps
Hs: Balaclocha	250-375	315±11,3	60	125-225	167±7,9	25	----	----	----	cresps
ff-T	150-225	180±6,9	90	100-175	142±7,1	5	----	----	----	cresps
ff-Hu	200-300	252±9,6	60	100-200	130±10,5	13	----	----	----	cresps
ff-L	150-300	202±15,6	120	175-300	210±12,3	10	----	----	----	cresps
ff-B1	150-250	197±8,9	110	100-175	130±8,5	4	----	----	----	cresps
ff-B2	125-250	175±12,2	20	75-175	122±10,3	9	----	----	----	cresps
ff-B3	----	----	----	125-250	165±11,3	7	----	----	----	cresps
ff-B4	150-275	212±12,4	55	75-125	102±5,5	16	----	----	----	cresps
ff-Gi	175-300	247±12,4	95	125-225	152±8,6	6	----	----	----	cresps
ff-GAu1	100-225	162±10,1	250	150-300	205±14,5	24	----	----	----	cresps
ff-GAu2	125-250	185±10,7	135	150-275	207±11,7	18	----	----	----	cresps
ff-GAu3	175-300	240±10,7	115	225-375	295±14,1	11	----	----	----	cresps
Ga: Feuilla	175-300	222±10,8	65	175-300	205±12,1	10	----	----	----	cresps
Ga: Narbonne	125-225	185±32,0	60	150-200	175±15,8	5	----	----	----	cresps
Ga: Montpellier	225-450	322±24,8	45	325-400	362±6,3	7	----	----	----	cresps
Ga: Eyroles	150-300	227±13,4	15	125-175	152±5,5	3	150-200	175±5,0	25	cresps
Ga: La Farliède	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ga: Draguignon	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ga: Nice	200-350	269±10,5	110	175-275	221±9,4	16	----	----	----	cresps
It: Ceranesi	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	125-450	221±7,1	88	75-400	185±6,4	10	150-200	175±5,0	25	cresps
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>occidentalis</i>										
Hs: Ullivari Gamboa	225-325	285±10,1	50	100-175	132±7,4	5	----	----	----	cresps
fo-S1	225-300	270±13,6	130	150-225	180±6,9	10	----	----	----	cresps
Hs: Puerto de Aliva	200-375	287±17,8	45	150-250	202±9,6	5	----	----	----	cresps
fo-Le1	150-275	217±18,2	75	100-175	130±8,5	3	----	----	----	cresps
fo-Le2	125-225	165±8,1	60	175-250	212±8,1	8	----	----	----	cresps
Hs: Riaño	175-275	227±8,2	30	100-175	125±7,9	3	----	----	----	cresps
fo-O1	250-450	327±23,1	110	125-300	200±13,7	9	----	----	----	cresps
fo-O2	200-425	275±7,5	85	100-250	162±14,7	13	----	----	----	cresps
fo-O3	175-250	227±7,5	140	175-225	195±5,9	10	----	----	----	cresps
fo-C1	175-300	240±12,8	115	200-325	275±10,6	5	----	----	----	cresps
fo-C2	150-275	215±11,3	90	100-175	125±7,9	6	----	----	----	cresps
	150-450	248±9,5	84	100-325	176±8,8	7	----	----	----	cresps
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>costeana</i>										
fo-GAV	----	----	----	75-150	120±6,9	6	----	----	----	cresps
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>giselae</i>										
Hs: Estepona	325-500	401±14,6	120	225-325	269±13,5	7	650-825	720±15,9	85	patents
Ga: Aubenas	375-525	452±15,6	140	225-375	277±14,3	5	675-825	737±16,3	110	patents
Ga: Lazer	350-500	407±17,3	110	200-325	240±12,3	3	600-800	697±17,8	160	patents
Ga: Mont Coudon	350-550	432±14,2	100	250-375	273±13,7	6	625-800	718±15,8	130	patents
	325-550	423±11,4	117	200-375	265±11,8	5	600-825	718±12,6	121	patents

(1) Els codis de les P.S.E.B. s'indiquen a la taula 2.1. La resta de poblacions s'assenyalen a l'apèndix 4.1. m = mitjana; ES = error estàndard. Les mesures s'expressen en µm excepte la densitat, que s'expressa en nombre de tricomes per mm². L'ombregat indica l'interval total i la mitjana dels valors juntament amb el caràcter predominant entre les poblacions d'un mateix tàxon.

Taula 4.6. BIOMETRIA DE LA PILOSITAT (cont.)

POBLACIONS	LOCALITZACIÓ INDUMENT									TIPUS PÈLS
	TIJA			MARGE FOLIAR			LIMBE FOLIAR			
	interval	m ± ES	densitat	interval	m ± ES	densitat	interval	m ± ES	densitat	
<i>E. spinosa</i>										
Ga: Fréjus	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
sp-GAM1	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Col de Ferrier	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
sp-GAM2	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Bastia	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
sp-ILi	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
It: Tivoli	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
It: San Giuliano	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ju: Scardona	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
<i>E. pyrenaica</i>										
Ga: Eaux Bonnes	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Pic de Ger	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
py-GHP	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Hs: Las Gramas	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
py-S	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
py-Bu	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
<i>E. duvalii</i>										
dv-GAu	----	----	---	----	----	---	475-700	587±20,9	35	patents
Ga: Bédarieux	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
dv-GHe	----	----	---	----	----	---	325-525	425±19,1	35	aplicats
dv-GLo	----	----	---	----	----	---	475-625	522±14,3	15	aplicats
Ga: Millau	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Tournemire	----	----	---	----	----	---	375-525	460±14,2	8	aplicats
dv-GAv	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Blandas	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
<i>E. brittingeri</i>										
br-Hu1	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
br-Hu2	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
br-Hu3	----	----	---	----	----	---	475-700	587±20,9	35	aplicats
br-Hu4	----	----	---	----	----	---	325-450	385±12,8	60	aplicats
br-Gi	----	----	---	----	----	---	325-475	407±14,2	90	aplicats
Ga: Bordeaux	----	----	---	----	----	---	250-375	317±12,2	40	aplicats
Ga: Dôle	----	----	---	----	----	---	375-550	475±16,9	55	aplicats
Ga: Evosges	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Billom	300-450	362±12,8	30	----	----	---	500-650	580±12,6	60	aplicats
Ga: Ratz	----	----	---	----	----	---	300-425	370±12,1	40	aplicats
Ga: Gap	----	----	---	----	----	---	300-425	380±11,1	55	aplicats
br-GAM1	----	----	---	----	----	---	375-550	470±16,5	70	aplicats
br-GAM2	----	----	---	----	----	---	175-550	350±12,1	44	aplicats
It: Abbazia	575-675	637±11,8	20	----	----	---	425-525	460±10,1	15	aplicats
It: Rupingrande	----	----	---	----	----	---	600-725	647±11,9	80	aplicats
He: Vernier-Peney	----	----	---	----	----	---	375-475	430±9,8	70	patents
Slo: Kozina	----	----	---	----	----	---	225-425	332±20,2	50	aplicats
Gr: Mt. Varnous	500-675	600±15,4	55	----	----	---	475-625	540±12,3	10	aplicats
<i>E. brittingeri</i>										
	300-675	533±10,8	35	----	----	---	175-725	449±12,8	51	aplicats

(1) Els codis de les P.S.E.B. s'indiquen a la taula 2.1. La resta de poblacions s'assenyalen a l'apèndix 4.1. m = mitjana; ES = error estàndard. Les mesures s'expressen en µm excepte la densitat, que s'expressa en nombre de tricomes per mm². L'ombrejat indica l'interval total i la mitjana dels valors juntament amb el caràcter predominant entre les poblacions d'un mateix tàxon.

Taula 4.6. BIOMETRIA DE LA PILOSITAT (cont.)

POBLACIONS	LOCALITZACIÓ INDUMENT									TIPUS PÈLS
	TIJA			MARGE FOLIAR			LIMBE FOLIAR			
	interval	m ± ES	densitat	interval	m ± ES	densitat	interval	m ± ES	densitat	
<i>E. dulcis</i>										
Lu: Montalegre	----	----	---	----	----	---	650-825	724±12,5	35	patents
Hs: Mondoñero	----	----	---	----	----	---	600-850	711±9,7	50	patents
dl-Le	----	----	---	----	----	---	675-850	765±20,5	35	aplicats
dl-L	500-775	625±26,5	20	----	----	---	675-850	736±12,1	37	patents
Ga: Allondon	500-725	611±13,9	65	----	----	---	625-850	733±17,5	60	patents
Ga: La Grave	350-500	432±13,1	10	----	----	---	600-750	685±16,3	15	patents
Ga: Langon	450-650	539±14,2	30	----	----	---	550-825	713±12,7	50	patents
Ga: La Balme	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Nancy	400-650	519±14,5	30	----	----	---	600-825	717±12,9	30	patents
Be: Grimbergen	450-750	617±14,4	35	300-525	412±12,5	6	650-850	761±12,7	25	patents
It: Busalla	375-625	509±12,1	40	----	----	---	625-825	722±14,2	40	patents
Ju: Mt. Ucka	200-450	330±16,9	25	----	----	---	375-825	701±11,4	45	patents
Au: Salzburg	350-650	492±11,8	60	----	----	---	600-875	763±19,3	50	patents
Po: Swidnitzam	300-525	420-14,7	15	----	----	---	525-775	674±17,6	15	patents
	200-775	509±10,6	33	300-525	412±12,5	6	375-875	723±11,6	37	patents
<i>E. angulata</i>										
Hs: Puente Ulla	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
an-Le1	----	----	---	----	----	---	350-525	440±15,9	40	patents
an-Le2	----	----	---	----	----	---	350-675	531±10,9	30	patents
Hs: Quintana Redonda	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ga: Samáoute	----	----	---	----	----	---	450-675	583±13,2	40	patents
Ga: Angouleme	----	----	---	----	----	---	500-625	559±12,7	40	aplicats
Ga: Soudan	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Ju: Modrice	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Rm: Cluj	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Cz: Mt. Bránisko	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Po: Elonów	----	----	---	----	----	---	350-675	528±11,3	37	patents
<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>polygalifolia</i>										
pp-S	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Hs: Reinoso	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Hs: Buggedo	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
pp-Bu1	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
pp-Bu2	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
pp-Bu3	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>hirta</i>										
ph-O	500-700	625±10,5	20	----	----	---	----	----	---	patents
ph-Lu1	625-850	775±19,9	110	----	----	---	----	----	---	patents
ph-Lu2	475-675	550±19,4	90	----	----	---	----	----	---	patents
Hs: Cabreira	425-575	505±15,7	20	----	----	---	----	----	---	patents
ph-C1	375-500	450±12,7	20	----	----	---	----	----	---	patents
ph-C2	575-675	622±8,9	10	----	----	---	----	----	---	patents
ph-C3	300-450	372±13,4	120	----	----	---	----	----	---	patents
	300-850	557±13,6	55	----	----	---	----	----	---	patents
<i>E. uliginosa</i>										
Lu: Apostica	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
Lu: Odemira	----	----	---	----	----	---	250-350	204±8,6	40	patents
Lu: Lourçal	----	----	---	----	----	---	200-375	286±11,7	30	patents
Lu: Villa Nova Gaia	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----
ul-C1	125-200	170±7,7	30	----	----	---	225-325	275±9,3	25	patents
ul-C2	300-400	352±10,3	15	----	----	---	350-400	377±5,5	25	patents
	125-400	261±9,4	22	----	----	---	200-400	285±7,7	30	patents

(1) Els codis de les P.S.E.B. s'indiquen a l'apèndix XX. Les demés poblacions s'assenyalen a l'apèndix 4.1. m = mitjana; ES = error estàndard. Les mesures s'expressen en µm excepte la densitat que ve expressada en nombre de tricomes per mm². L'ombrejat indica l'interval total i la mitjana dels valors juntament amb el caràcter predominant entre les poblacions d'un mateix tàxon.

De la mateixa manera, les dimensions dels tricomes tenen marges de variació dins el mateix tàxon força elevats. Tanmateix, però, és fàcil observar dins de cadascun dels tàxons unes tendències que poden ajudar-nos, com un caràcter més, a la delimitació de tàxons conflictius. Així, si tenim en compte mesurar un nombre de tricomes suficient, és possible diferenciar *E. flavicoma* subsp. *giselae* de la resta de subespècies d'*E. flavicoma*, per la longitud dels tricomes notablement superior.

4.2.4. DISCUSSIÓ

A grans trets, el recull de resultats obtinguts posen de manifest la utilitat de l'indument com element discriminant en el grup d'*Euphorbia* estudiat en aquesta Memòria (cf. figura 4.16). Segons que la planta sigui glabra o pilosa, i, en aquest últim cas, tenint en compte el tipus de tricoma, podem distingir, d'entrada, tres grups d'espècies. La distribució de l'indument en els diferents òrgans, la longitud dels tricomes, i en menor mesura, la densitat d'aquesta pilositat, són caràcters que dintre de cada grup permeten diferenciar gairebé la totalitat dels nostres tàxons.

Amb tot, però, cal tenir en compte algunes consideracions pel que fa a la notòria variabilitat d'aquest caràcter. Hem observat directament sobre el terreny que, depenent de l'estat de desenvolupament de la planta, la pilositat pot arribar a ésser molt variable. Per regla general, les plantes piloses en estat vegetatiu tenen una més alta densitat de pèls que després de l'antesi. Aquest fet no pot estranyar-nos ja que, tal com indica ESAU (1965), una de les funcions de la pilositat és la d'actuar com a sistema de protecció en les primeres fases de desenvolupament de la planta. Altrament, un cop la planta ja ha fructificat, i degut, probablement, a un procés de lignificació de les estructures velles, els pèls poden esdevenir caducs i donar com a resultat exemplars erròniament glabres. La variabilitat del repartiment de l'indument, a nivell intrapoblacional, pot arribar a ser exageradament alta en algunes parts del individu i, de ben segur, provocada pel propi desenvolupament de la planta. Per aquesta raó, tan sols hem tingut en compte les mesures preses a nivell de les fulles caulinars i de la tija, òrgans que demostren una major constància al llarg del natural desenvolupament de la planta. D'altra banda, l'hàbitat també pot afectar l'indument d'un determinat tàxon d'una forma certament important. Així, dins una mateixa població, hem detectat "formes d'ombra" amb una tendència força marcada a una menor densitat de tricomes o fins i tot a la glabrescència. D'igual manera sembla que, dins un mateix tàxon, el gradient altitudinal pot afectar en aquest caràcter. En general, les "formes d'alçada" són menys piloses que els individus de la terra baixa. Aquest fet pressuposa, d'entrada, una minsa fixació genètica de la densitat de l'indument. METCALFE & CHALK (1950), ja havien comentat que, en la gran majoria de plantes superiors, la presència o absència, la longitud, la mida i la densitat de l'indument, poden ser, si més no en part, una resposta a unes condicions ambientals determinades, mentre que un tipus determinat de tricoma té, forçosament, una codificació genètica. La conclusió final a la que arriben aquests investigadors, i en la qual nosaltres hi estem plenament d'acord, atorga un gran pes taxonòmic al tipus de tricoma mentre que la resta de caràcters tenen una importància més relativa.

Tot i ser conscients, doncs, de la influència que poden tenir els factors ecològics sobre la pilositat, no podem estar-nos de comentar les tendències, algunes vegades molt evidents, observades en el tàxons estudiats i que, en base a la gran quantitat de material revisat i al posterior tractament estadístic, poden ser utilitzades amb finalitats sistemàtiques amb un alt grau de fiabilitat.

Els tàxons *E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, *E. flavicoma* subsp. *occidentalis* i *E. flavicoma* subsp. *costeana* es caracteritzen, en termes generals, per posseir tricomes crespes disposats al llarg de la tija (sobretot en la part superior) i al marge de les fulles (sovint reduït al terç basal). No obstant això, la majoria d'individus observats d'*E. flavicoma* subsp. *costeana* presenten la tija desproveïda totalment de pilositat o tan sols resta algun tricoma molt espars. Aquest fet es pot utilitzar, doncs, com un caràcter diagnòstic entre les 3 entitats anteriorment esmentades. Tanmateix, a l'hora de comprovar la homogeneïtat intraespecífica de cadascun d'aquests tàxons, ens adonem de l'existència de poblacions que divergeixen fortament i que mereixen, al nostre entendre, alguns comentaris biogeogràfics. Així, de totes les poblacions revisades d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma* al territori peninsular, tan sols n'hem detectat una (ff-B3) amb la tija glabra, per bé que sempre es manté l'indument a la zona del marge foliar. En aquest punt, cal desmentir l'entitat *E. polygalifolia* forma *puberula* Loscos ex Willk., descrita del Baix Aragó en un moment on, per desconeixement evident de les espècies típiques *E. flavicoma* i *E. polygalifolia*, es confrontaven i emparentaven massa sovint i equivocadament les dues entitats. Les poblacions del territori francès, són les que manifesten una més alta variabilitat (cf. figura 4. 15), cosa que ha estat recentment indicada per JAUZEIN (1989). D'aquesta manera, podem reconèixer poblacions glabrescents d'una banda i francament piloses, per l'altra; aquestes darreres poden separar-se en dos grups en virtut de l'existència de pilositat en tiges i fulles o de veure's reduïda aquesta pilositat únicament a les fulles. FIORI (1901) descriu, en base a les poblacions amb el limbe foliar pilós, la var. *villosa* dels Alps Marítims, sense donar cap altre detall diferencial. JAUZEIN (*l.c.*), per la seva banda, intueix a partir de tot el material revisat, unes àrees de distribució (que ell exposa per Departaments administratius) per a cadascuna de les diverses formes, sense gosar, però, atorgar-els-hi cap mena de categoria taxonòmica. Tot i que globalment coincidim en les consideracions d'aquest autor, no podem, al nostre entendre, parlar d'ecotipus (expressió que utilitza sovint JAUZEIN (*l.c.*) per a designar les diverses formes) ja que no creiem que aquesta variabilitat estigui lligada a l'hàbitat on creix la planta. El fet d'observar, sovint, poblacions on coexisteixen les diverses formes, de trobar-nos amb tota la gamma de variabilitat en àrees molt reduïdes i, el que és més important, no poder deduir cap lligam entre una forma determinada i el seu microhàbitat, ens fa sospitar que la distribució de la pilositat en *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* és un caràcter poc fixat genèticament en algunes poblacions franceses, i que la seva expressió es deu més a causes aleatòries que no pas a factors ecològics. Pel que fa a l'estirp *E. flavicoma* subsp. *occidentalis*, aquest caràcter es manté constant per a totes les poblacions revisades. La semblança d'aquest tàxon amb les poblacions ibèriques d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, fa del tot impossible la seva separació mitjançant les característiques de l'indument. Per últim, *E. flavicoma* subsp. *costeana* viu tan sols en una única localitat, fet que comporta una lògica uniformitat dels resultats al disposar únicament de les dades d'aquesta localitat.

El tret morfològic més típic que caracteritza *E. flavicoma* subsp. *giselae* es, sens dubte, el llarg i dens indument que recobreix fulles i tiges. La poca confiança que ens mereixien els caràcters lligats a l'indument, juntament amb el fet de tenir àrees de distribució geogràfica tan disjunctes, varen fer-nos dubtar, de bon principi, en l'existència real d'aquest tàxon. La biometria d'aquest tricomes va aportar, posteriorment, resultats que permeten separar clarament aquest tàxon de la resta. El fet de no trobar formes intermèdies no possibilita considerar aquesta pilositat com una forma extrema de la acusada variabilitat pròpia de l'espècie mare. Les poblacions que coneixem d'aquest tàxon es troben en les zones perifèriques de l'àrea de distribució d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, però sempre cohabitant simpàtricament. L'hàbitat que li és característic sol ser notablement tèrmic i eixut. Tot això fa possible explicar l'aparició d'aquest nou tàxon a partir de mutacions que puguin esdevenir avantatjoses davant d'un hàbitat determinat. Recordem que, segons DENFFER (1986), una de les funcions que pot tenir un indument dens, és la de no permetre un excés de transpiració. L'estancament del flux d'aire en les proximitats de la superfície epidèrmica, provocat per entortogillament dels pèls, evita pèrdues aquoses importants. Segons MAYR (1982), les zones més extremes de l'àrea de distribució d'una espècie, solen tenir les condicions ambientals més severes, a la vegada que són les àrees on la suma total del flux de gens és més reduïda. Aquestes circumstàncies afavoreixen l'aparició de mutacions que, en el cas que representin una millor adaptació a les condicions ambientals, poden perpetuar-se si es presenten mecanismes d'isolament reproductiu.

E. duvalii és, d'entre les espècies estudiades, la que ha demostrat una més gran variabilitat dels caràcters de l'indument. La variació tan a nivell interpoblacional com intrapoblacional és tan alta que no permet la utilització d'aquests trets amb finalitats diagnòstiques.

En canvi, *E. brittingeri*, amb un tipus i distribució de la pilositat molt semblant a *E. duvalii*, mostra una major constància i unes pautes de comportament lligades, al nostre entendre, amb la seva distribució geogràfica. En el seu límit occidental, *E. brittingeri* presenta, únicament, una pilositat laxa damunt del limbe foliar amb l'aparició esporàdica d'alguna població totalment glabra, mentre que en l'extrem oriental, abunden per igual les formes amb pilositat en tija i fulles i les que només tenen pilositat a les fulles. Tanmateix, en el territori administratiu francès, la variabilitat interpoblacional augmenta notablement. Així, és possible trobar des de formes totalment glabres a plantes esparsament pubescents, passant per tota la gamma de formes intermèdies. Aquest comportament, similar al d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, també va provocar que alguns autors reconeixessin entitats independents dins alguna d'aquestes formes. Així, BOISSIER (1862) segrega *E. verrucosa* var. *velutina* del NO d'Itàlia, utilitzant com a caràcters diferencials la forma de la fulla i la major densitat de l'indument. Al nostre parer, i un cop observat el material tipus, hem de convenir en la poca semblança d'aquests espècimens amb la forma típica. L'observació, però, de molt material ens ha permès fer-nos una idea clara dels marges de variació d'aquest tàxon i, al nostre criteri, aquestes poblacions aïllades del NO d'Itàlia no deixen d'estar incloses en l'interval de variació propi del tàxon. No reconeixem, per tant, l'estirp creada per Boissier. JAUZEIN (1989), per la seva part, indica les dificultats que existeixen per a separar, en algunes zones

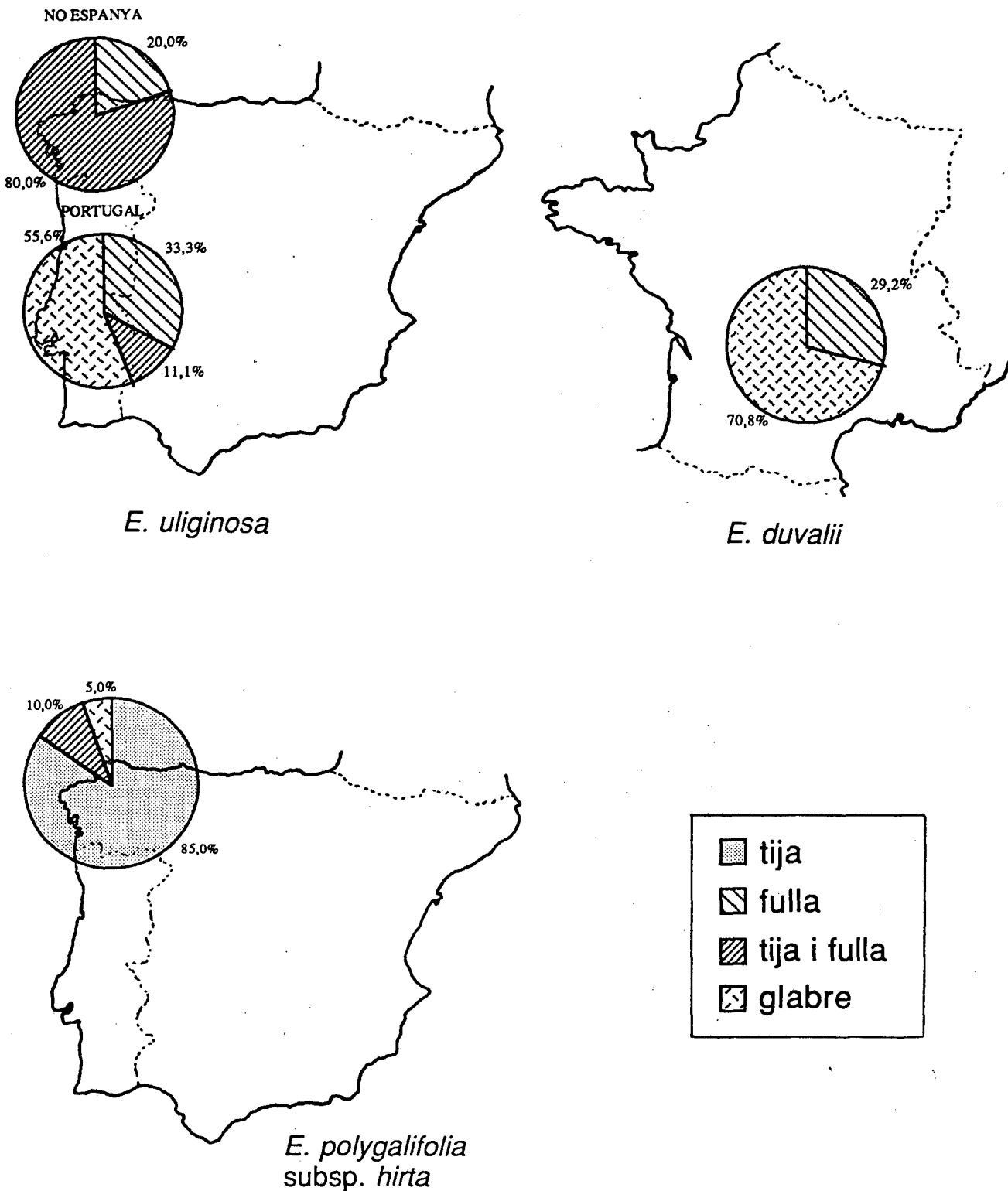
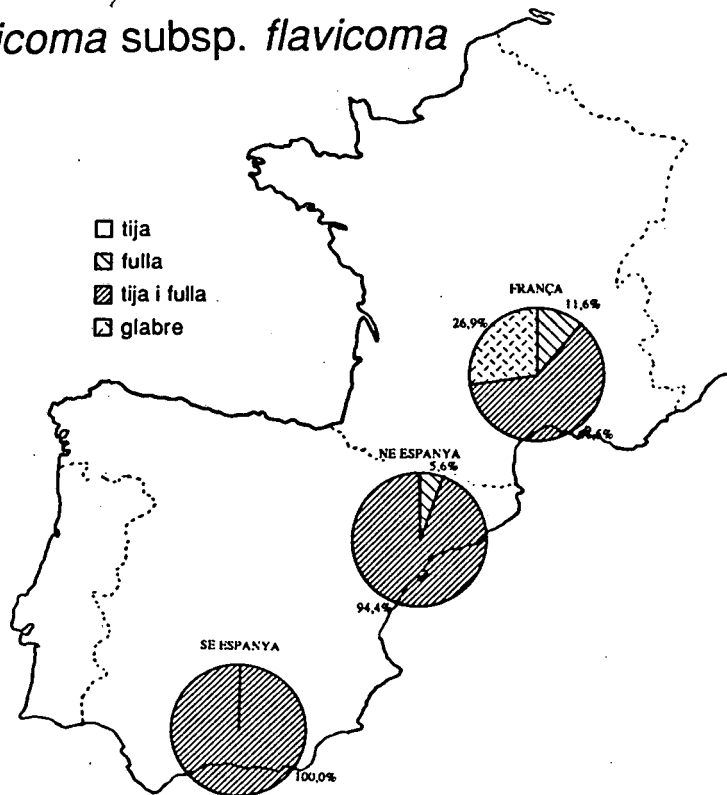


Figura 4.15. PRESENCIA I DISTRIBUCIÓ DE L'INDUMENT EN ALGUNS TAXONS SEGONS LA SEVA PROCEDÈNCIA GEOGRÀFICA

E. flavicoma subsp. *flavicoma*



E. angulata

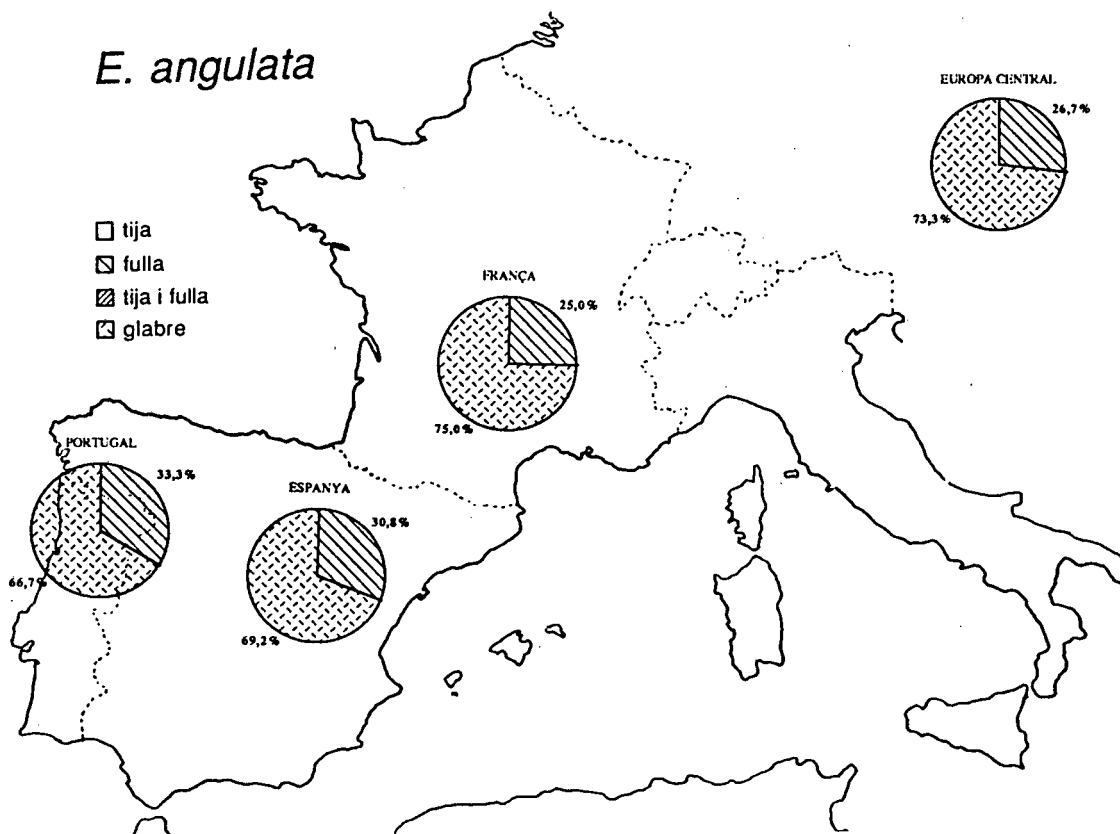


Figura 4.15. PRESENCIA I DISTRIBUCIÓ DE L'INDUMENT EN ALGUNS TÀXONS SEGONS LA SEVA PROCEDÈNCIA GEOGRÀFICA (cont.).

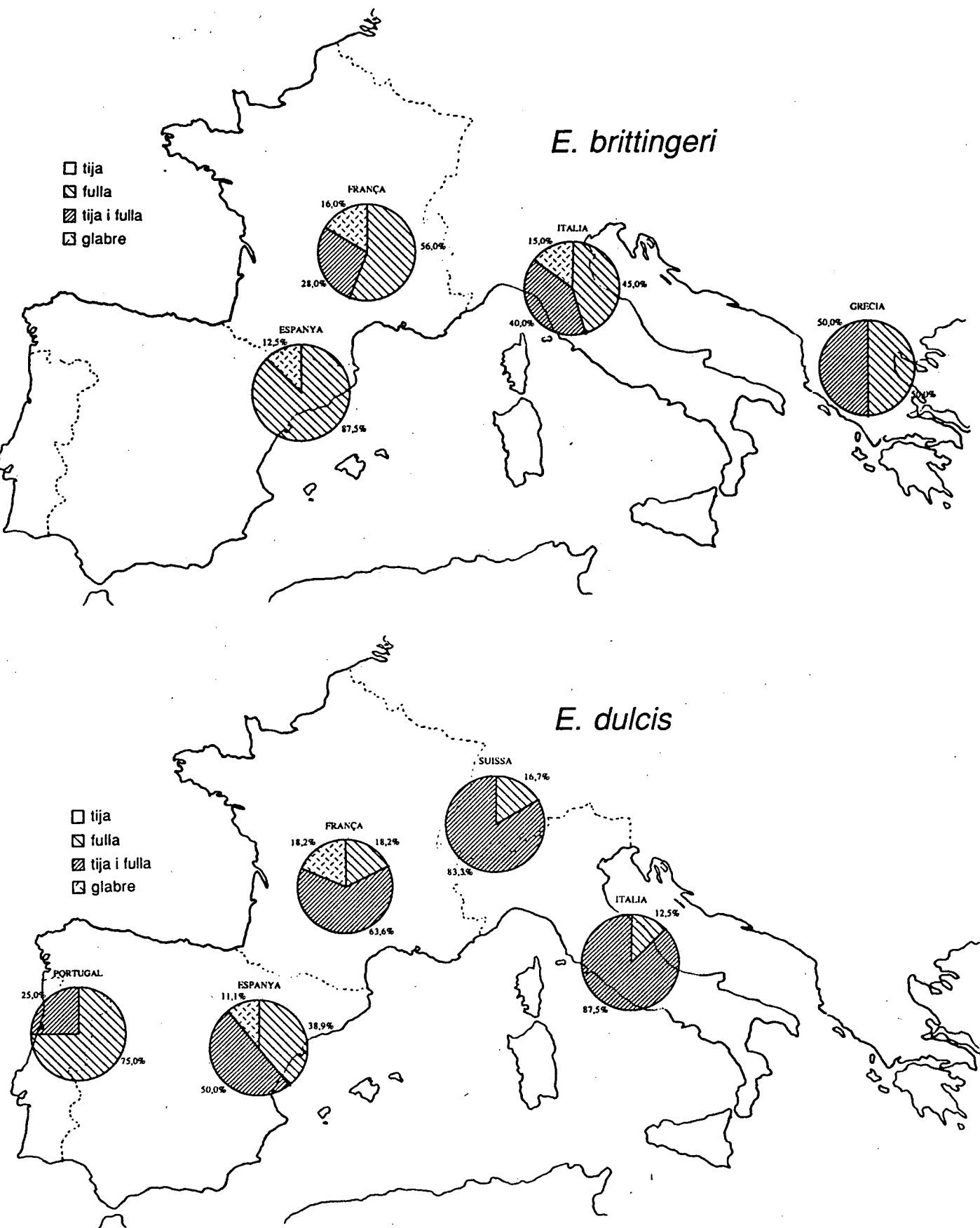


Figura 4.15. PRESENCIA I DISTRIBUCIÓ DE L'INDUMENT EN ALGUNS TÀXONS SEGONS LA SEVA PROCEDÈNCIA GEOGRÀFICA (cont.).

del SE de França, les formes piloses d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma* amb les d'*E. brittingeri*, apuntant la possibilitat de l'existència de formes "intermèdies". Les nostres observacions coincideixen plenament amb les de l'autor supracitat, arribant també a la conclusió de l'existència de poblacions amb trets propis d'ambdós tàxons, no tan sols a nivell de l'indument sinó també quant al port, a la morfologia de la fulla, de la càpsula i de la grana, etc. A favor d'aquesta idea, cal remarcar que si tenim en compte els hàbitats i les àrees de distribució dels dos tàxons, l'únic lloc on conviuen coincideix plenament amb les zones on apareixen les poblacions conflictives. Així, tenint en compte la proximitat filogenètica d'ambdós tàxons, es possible pensar en eventuais introgresions en llurs "pools" genètics. Segons GRANT (1982), és probable l'establiment de poblacions de genotipus que contenen, dins el fons genètic d'un tàxon, alguns gens o segments genètics de l'altre. La coexistència simpàtrica biòtica (terme usat pel precitat autor per a definir tàxons que viuen junts) si persisteix en el temps, pot crear un mapa genètic complex i on alguns caràcters s'expressen de manera força inconstant. Aquesta hipòtesi no pressuposa forçosament l'aparició amb el temps de nous tàxons, ben al contrari, si els factors ambientals perduren i no es creen situacions de competència, aquestes poblacions "intermèdies" poden arribar a un cert equilibri fluctuant i a mantenir-se al llarg del temps. Un altre raonament que permetria explicar el perquè d'aquestes poblacions anòmales, pressuposa, en canvi, la formació d'una clina (en el sentit ampli del terme) en una àrea geogràfica determinada. Amb el pas del temps, aquestes variacions fenotípiques s'aprofundeixen i, quan l'acumulació de dissemblançes és prou acusada, pot restringir-se el flux genètic i afavorir-se l'aparició d'un aïllament reproductiu amb la consegüent aparició d'una nova estirp. Aquest model donaria a entendre que l'origen d'*E. brittingeri* fou a partir d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma* mitjançant una especiació clinal o parapàtrica. En el lloc on va tenir origen aquesta especiació, perdurarien, encara avui, les clines que van servir com a nexes d'unió entre un tàxon i l'altre. Dissortadament, a la bibliografia consultada no ha estat possible trobar dades ni de les barreres internes d'aïllament ni de la biologia de la reproducció d'aquests tàxons o d'alguns de pròxims. Aquest fet no ens permet anar més enllà de pures conjectures a l'hora de pensar en possibles fenòmens d'hibridació entre aquests dos tàxons.

E. dulcis es caracteritza perquè té els tricomes més llargs d'entre els tàxons estudiats. L'indument, sempre espars, es disposa majoritàriament en la tija i les fulles o, més rarament, tan sols en les fulles. Excepcionalment, també hem observat formes totalment glabres. Tal i com s'indica a la figura 4.15, a mesura que anem cap a l'oest, el predomini de poblacions amb una pilositat disposada únicament sobre la fulla és major, mentre que, en les poblacions més orientals predomina la pilositat en tiges i fulles.

E. angulata té un tipus de pilositat semblant a la de l'espècie anterior, però s'en pot diferenciar pel predomini palès de les formes glabres respecte a les piloses. Altrament, en les poblacions piloses, aquest indument es troba sempre restringit als òrgans foliars. En aquesta estirp, per això, la variació interpoblacional es força petita (cf. figura 4.15) i només hem detectat un lleuger predomini de formes glabres vers la zona est de la seva àrea de dispersió. Estem convençuts de la no existència de cap relació entre l'hàbitat on creix la planta i el tipus d'indument que presenta, la qual cosa també es pot fer extensible a *E. dulcis*.

E. polygalifolia subsp. *hirta* es diferencia, bàsicament, de la subespècie típica *E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia* per una pilositat laxa situada en les parts més novelles de les tiges i radis umbel·lars. Molt excepcionalment, han estat detectades poblacions glabres o amb pilositat a fulles i tiges (cf. taula 4.6). Examinant la distribució geogràfica d'aquest tàxon i la de la subespècie típica (sempre glabra), ens adonarem de que la pilositat augmenta a mesura que anem cap l'oest. Així, en el límit oriental de la seva àrea de dispersió i fronterera amb la de la subespècie *polygalifolia*, és on han estat observades les poblacions estranyament glabres. Aquestes poblacions podrien confondre's amb les d'*E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia* si no fos pels hàbitats no del tot coincidents i per la forma i mida de les fulles (LAINZ, 1974). Altrament, alguna de les poblacions més occidentals són les que tenen, de manera anòmala, pilositat en el limbe foliar. No podem parlar, però, d'una clina geogràfica atès que, en aquest cas, no hem detectat una variabilitat contínua; ben el contrari, aquest gradient de pilositat envers l'oest es manifesta de manera discontinua sense formes transicionals. La contigüitat d'aquests dos tàxons sense barreres geogràfiques que les separin, fan pensar en un origen a partir d'un aïllament perifèric. Així, la formació d'una nova colònia en la perifèria de l'àrea, per millor adaptació a l'hàbitat o per colonització de nous espais, pot prosperar i divergir més o menys ràpidament per deriva genètica, selecció i, eventualment, reestructuració genètica (JEANMONOD, 1984). Tots aquests canvis afavoririen la creació d'un isolament reproductiu, pas final en la formació d'un nou tàxon. Aquest model d'especiació postulat per primera vegada per MAYR (1942), fou anomenat pel mateix autor "especiació peripàtrica" (MAYR, 1982).

E. uliginosa, força emparentada morfològicament amb l'estirp anterior, presenta una distribució de l'indument molt més inconstant (cf. taula 4.6). D'aquesta manera, les poblacions gallegues són, majoritàriament, piloses mentre que en les portugueses predominen els individus glabres, tot i haver-hi una bona proporció de poblacions piloses (cf. figura 4.15). Hem de destacar, però, que hem pogut constatar directament sobre el terreny una caducitat de la pilositat (sobretot en les tiges) molt més exagerada que en la resta de tàxons. Tenint molt en compte aquesta realitat, i agreujada per la minsa quantitat de mostres herboritzades (i, conseqüentment, una revisió menor de plecs) creiem que els resultats poden estar parcialment incomplets en no tenir en compte l'estat de desenvolupament de la planta.

La resta de tàxons encara no esmentats (*E. pyrenaica*, *E. spinosa* i *E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia*) presenten una absència total de pilositat en tots els seus òrgans i en totes les poblacions revisades (cf. taules 4.5 i 4.6). Per als restants tàxons hem confeccionat un gràfic tridimensional (cf. figura 4.16) on les variables són les diferents localitzacions de l'indument en la planta i les dimensions d'aquest, paràmetres que, al nostre entendre, aporten el màxim poder discriminant. L'observació d'aquest gràfic permet fer-nos veure que, tot i l'acusada variabilitat, és possible veure fàcilment les diverses agrupacions de tàxons per núvols de punts.

La comparació dels resultats dels nostres tàxons amb d'altres espècies de la subsecció *Galarrhaei* no permet extreure'n gaires consideracions. L'existència per igual d'espècies glabrescents amb d'altres més o menys piloses, evidencia la poca uniformitat d'aquest caràcter

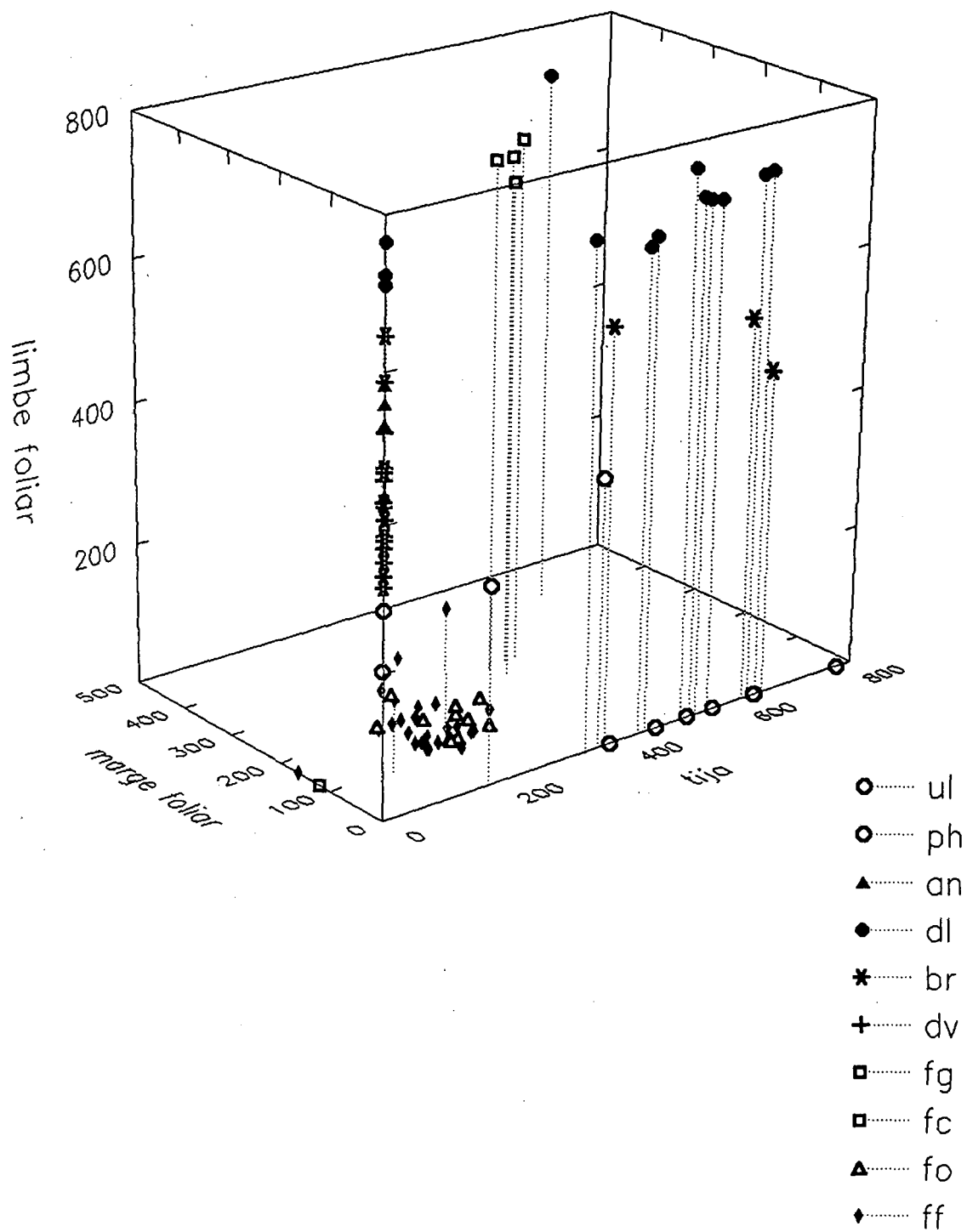


Figura 4.16. REPRESENTACIÓ TRIDIMENSIONAL DE LA LONGITUD DELS TRICOMES (en μm) SEGONS LA SEVA DISTRIBUCIÓ.

en el sí de la subsecció. El fet de haver estat descrits en el decurs del temps nombrosos tàxons en base a caràcters de l'indument que han estat, i encara són, posats en dubte per molts investigadors, insinua, per un costat, una variabilitat intraespecífica elevada i, per l'altre, la necessitat d'una revisió a fons del valor taxonòmic dels trets de l'indument per a cadascuna de les entitats que formen la subsecció.

Com a compilació final de tot el comentat fins ara, podem dir que, tot i que els caràcters lligats amb l'indument són uns del que, d'alguna manera, personalitzen més alguns tàxons, la presència o absència de pilositat no pot ser considerada, per a la majoria de tàxons, com un criteri definitiu a l'hora de separar les diverses espècies del grup, i, com sovint succeeix, hem d'ajudar-nos amb d'altres caràcters per a no errar en les nostres determinacions.

4.3. TAXONOMIA NUMÈRICA: APLICACIÓ A L'ESTUDI DELS CARÀCTERS FITODERMOLÒGICS

4.3.1 INTRODUCCIÓ

En els últims vint anys l'aplicació de la Taxonomia numèrica a aspectes concrets de la planta ha tingut un desenvolupament espectacular. En aquest sentit els caràcters fitodermològics, i més concretament, els de la cutícula, no s'han escapat a la seva utilització dins l'anàlisi numèrica. Citem, només a tall d'exemple, els treball d'ALVIN *et al.* (1982) en cutícules de gimnospermes, HILL (1980) en cutícules de fulles de dicotiledònies i CROMPTON *et al.* (1990) pel que respecta al gènere *Euphorbia*.

En el nostre cas, la utilització de l'anàlisi de la informació en els resultats obtinguts en el capítol de la fitodermologia, ens permetrà objectivitzar el suposat valor taxonòmic de cada caràcter, a la vegada que possibilitarà establir noves afinitats filogenètiques entre poblacions que són, a la vegada, tan variables i semblants.

4.3.2. MATERIAL I MÈTODES

S'han seleccionat un conjunt de 60 UTOs que engloben la totalitat de les P.S.E.B. (cf. apèndix 2.1) més una població d'*E. flavicoma* subsp. *giselae* (Ga: VAR, "Mont Coudon, près Toulon", 21-V-1869, S. Alioth (G s/n)) no representada en les anteriors poblacions. Per a cada UTO s'han considerat, d'entre els resultats obtinguts en els anteriors dos apartats, un total de 20 caràcters, dels quals 13 corresponen a variables de variació continuada i la resta són caràcters multiestat. La relació dels caràcters seleccionats amb la codificació utilitzada, en el cas de caràcters qualitius, es recull en la taula 4.7. El conjunt de resultats codificats que conforma la matriu de dades, s'exposa a la taula 4.8.

Aquesta matriu de dades s'ha sotmès a una anàlisi de components principals (ACP) i una anàlisi fenètica. En ambdues anàlisis ha estat necessari, d'entrada, estandaritzar totes les dades per tal d'uniformitzar els valors mesurats en diferents escales. La transformació lineal utilitzada és el quocient entre la diferència d'un valor determinat amb la mitjana d'aquesta variable i la desviació estàndard d'aquesta. A partir d'aquesta nova matriu estandaritzada, hem representat la dispersió de les dades en els 2 eixos principals (figura 4.18) i en els 3 eixos principals (figura 4.19).

Per a l'obtenció del dendrograma (figura 4.17), hem utilitzat com a mesura de dissimilaritat la distància taxonòmica mitjana i com a mètode d'agrupament l'UPGMA. Hom pot trobar una relació més completa dels càlculs matemàtics utilitzats en l'apartat 8.1.1.3.

El tractament matemàtic s'ha executat amb l'ajut del programa estadístic NTSYS (versió 1.50, ROHLF, 1989) en un ordinador PC.

Taula 4.7. VARIABLES CONSIDERADES I MÈTODE DE CODIFICACIÓ DELS ESTATS MÚLTIPLES.

-
- crt1.**- densitat estomàtica (nombre estomes/mm²) a la superfície adaxial de la fulla.
crt2.- densitat estomàtica (nombre estomes/mm²) a la superfície abaxial de la fulla.
crt3.- àrea de les cèl.lules epidèrmiques (en µm²) a la superfície adaxial de la fulla.
crt4.- àrea de les cèl.lules epidèrmiques (en µm²) a la superfície abaxial de la fulla.
crt5.- forma de les parets anticlinals a la superfície adaxial de la fulla.
 (1) rectes (2) corbades (3) ondulades
crt6.- forma de les parets anticlinals a la superfície abaxial de la fulla.
 (1) rectes (2) corbades (3) ondulades
crt7.- llargada dels estomes (en µm) a la superfície abaxial de la fulla.
crt8.- tipus de distribució dels estomes en la superfície abaxial de la fulla.
 (1) amfiestomàtic (2) hipoamfiestomàtic (3) hipoestomàtic
crt9.- amplada de les papil.les (en µm) de la superfície abaxial de la fulla.
crt10.- alçada de les papil.les (en µm) de la superfície abaxial de la fulla.
crt11.- forma de les papil.les.
 (1) cilíndriques (2) mamil.liformes (3) subhemisfèriques
crt12.- quantificació dels dipòsits de cera a la superfície abaxial de la fulla.
 (1) minsa (2) alta (3) molt alta
crt13.- longitud dels tricomes (en µm) a la tija.
crt14.- densitat dels tricomes (per mm²) a la tija.
crt15.- longitud dels tricomes (en µm) al marge foliar.
crt16.- densitat dels tricomes (per mm²) al marge foliar.
crt17.- longitud dels tricomes (en µm) a la superfície abaxial de la fulla.
crt18.- densitat dels tricomes (per mm²) a la superfície abaxial de la fulla.
crt19.- tipus de pilositat.
 (1) crespa (2) aplicada (3) patent
crt20.- repartiment de la pilositat a la planta.
 (0) glabre (1) tija (2) marge foliar (3) tija i marge foliar
 (4) limbe foliar (5) tija i limbe foliar (6) tija i marge i limbe foliar
-

Taula 4.8. MATRIU DE DADES FITODERMOLÒGIQUES CODIFICADES.

TAXONS	crt1	crt2	crt3	crt4	crt5	crt6	crt7	crt8	crt9	crt10	crt11	crt12	crt13	crt14	crt15	crt16	crt17	crt18	crt19	crt20
ff-Ma	61,3	124,8	588,5	685,4	2	2	24,19	1	8,02	8,38	2	2	235	100	157	2	---	---	1	3
ff-Gr	167,9	215,9	425,5	425,5	2	2	21,21	1	19,89	8,50	1	3	172	110	145	2	---	---	1	3
ff-A1	54,5	97,6	832,4	968,5	2	2	26,74	1	16,92	18,70	2	3	175	80	125	5	---	---	1	3
ff-Mu	93,1	102,1	856,5	973,2	2	2	23,47	1	30,89	8,09	1	3	197	90	152	4	---	---	1	3
ff-A	62,9	148,1	837,0	903,1	1	1	19,27	1	19,27	14,31	1	3	245	30	227	12	---	---	1	3
ff-Cu	143,2	154,0	799,3	909,8	1	1	25,98	1	18,35	12,67	1	3	257	80	130	9	---	---	1	3
ff-T	65,8	172,5	749,2	745,8	1	1	22,01	1	32,52	9,18	2	3	180	90	142	5	---	---	1	3
ff-Hu	99,8	224,7	823,0	833,5	1	1	24,15	1	28,77	7,22	3	3	252	60	130	13	---	---	1	3
ff-L	231,5	249,7	372,1	468,8	1	1	24,53	1	28,61	4,69	3	2	202	120	210	10	---	---	1	3
ff-B1	97,6	224,7	671,3	695,8	1	1	22,50	1	25,28	5,04	2	3	197	110	130	4	---	---	1	3
ff-B2	100,7	207,4	938,4	815,9	1	1	30,13	1	27,32	7,23	2	3	175	20	122	9	---	---	1	3
ff-B3	204,3	415,4	439,1	411,1	1	1	21,93	2	21,78	6,16	3	2	---	---	165	7	---	---	1	2
ff-B4	89,0	159,5	825,4	915,7	1	1	26,41	1	24,56	10,13	1	3	212	55	102	16	---	---	1	3
ff-G1	156,6	179,3	865,4	897,7	1	1	29,53	1	10,38	10,66	1	3	247	95	152	6	---	---	1	3
ff-GAu1	196,7	138,0	712,6	913,3	1	1	29,05	1	22,52	7,42	1	3	162	250	205	24	---	---	1	3
ff-GAu2	130,1	118,4	91,6	975,2	1	1	30,64	1	24,70	7,58	2	3	185	135	207	18	---	---	1	3
ff-GAu3	100,7	159,9	1020,0	542,0	2	2	27,38	1	25,39	7,32	1	3	240	115	295	11	---	---	1	3
fo-S1	59,3	325,9	639,1	522,1	1	1	16,33	1	16,31	8,95	1	3	270	130	180	10	---	---	1	3
fo-Le1	308,1	456,3	428,7	352,9	1	1	22,01	1	13,23	7,12	1	2	217	75	130	3	---	---	1	3
fo-Le2	94,8	225,1	694,9	701,0	1	1	23,72	1	16,54	8,49	1	3	165	60	212	8	---	---	1	3
fo-O1	140,7	265,6	450,6	448,6	1	1	20,25	2	14,59	6,73	2	2	327	110	200	9	---	---	1	3
fo-O2	284,4	391,1	337,9	330,2	1	1	19,61	1	24,61	6,59	1	2	275	85	162	13	---	---	1	3
fo-O3	248,9	213,3	423,8	460,7	1	1	21,37	2	15,96	9,06	2	3	227	140	195	10	---	---	1	3
fo-C1	---	195,5	1026,3	1096,3	1	1	33,00	2	15,37	10,32	2	3	240	115	275	5	---	---	1	3
fo-C2	---	225,2	735,1	735,2	1	1	30,78	2	22,21	11,09	1	3	215	90	125	6	---	---	1	3
fe-GAv	---	311,2	712,8	585,7	1	1	19,99	3	12,62	6,24	3	2	---	---	120	6	---	---	1	2
Ga:MLCoudon	159,1	133,6	523,4	786,7	2	2	28,45	1	23,07	11,31	1	3	432	100	273	6	718	130	3	6
sp-GAM1	125,2	233,1	511,5	446,9	1	1	26,49	1	15,61	8,44	1	3	---	---	---	---	---	---	---	---
sp-GAM2	242,9	148,1	442,0	399,0	1	1	26,19	1	14,21	6,06	1	3	---	---	---	---	---	---	---	---
sp-IL1	260,7	159,9	445,3	507,7	1	1	26,30	1	16,36	7,17	1	3	---	---	---	---	---	---	---	---
py-GHP	174,7	93,1	947,1	1040,3	1	1	28,96	1	25,01	7,77	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---
py-S	159,9	82,9	1087,0	1487,0	1	1	36,49	1	26,25	12,70	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---
py-Bu	82,9	71,1	1740,1	1921,7	1	1	42,37	1	28,32	16,42	1	2	---	---	---	---	---	---	---	---
dv-Gau	162,4	181,1	751,9	779,9	1	1	25,30	1	23,07	4,21	3	1	---	---	---	---	587	35	3	4
dv-GHe	112,5	177,7	655,1	755,5	1	1	24,58	1	26,32	6,39	3	1	---	---	---	---	425	35	2	4
dv-GLo	104,3	112,5	1543,0	1552,2	1	1	35,24	1	24,44	5,21	3	2	---	---	---	---	522	15	2	4
dv-GAv	136,2	136,2	1184,2	1360,4	1	1	31,54	1	26,23	5,13	3	1	---	---	---	---	---	---	---	---
br-Hu1	---	308,7	689,0	568,4	2	2	19,05	3	20,95	8,09	3	1	---	---	---	---	---	---	---	---
br-Hu2	---	290,6	529,8	532,6	1	2	19,50	2	17,35	6,66	3	2	---	---	---	---	---	---	---	---
br-Hu3	---	527,4	497,4	454,6	1	1	20,50	3	21,83	8,21	3	1	---	---	---	---	587	35	2	4
br-Hu4	---	283,7	583,0	623,4	2	3	19,58	3	22,31	9,95	3	1	---	---	---	---	385	60	2	4
br-G1	---	494,9	517,4	398,3	1	2	21,48	3	19,75	7,19	3	2	---	---	---	---	407	90	2	4
br-GAM1	---	385,2	571,1	509,1	1	1	20,82	3	18,12	8,33	3	2	---	---	---	---	470	70	2	4
br-GAM2	---	296,3	822,3	683,0	2	2	24,62	3	17,75	7,79	3	2	---	---	---	---	350	44	2	4
dl-Le	---	77,0	2108,3	2205,9	3	3	36,52	3	28,47	8,37	3	1	---	---	---	---	765	35	2	4
dl-L	---	67,3	1173,0	1280,0	3	3	30,63	3	24,31	11,28	3	1	625	20	---	---	736	37	3	5
an-Le1	---	94,8	1003,7	1668,3	3	3	27,61	3	24,65	9,21	3	2	---	---	---	---	440	40	3	4
an-Le2	---	231,1	775,4	950,0	3	3	26,13	3	23,91	7,87	3	1	---	---	---	---	531	30	3	4
po-S	53,3	237,0	716,7	608,7	1	1	21,90	2	16,62	5,39	3	2	---	---	---	---	---	---	---	---
po-Bu1	102,1	301,9	547,9	539,1	1	1	18,89	2	16,56	6,74	3	2	---	---	---	---	---	---	---	---
po-Bu2	142,9	249,7	657,4	629,2	1	2	21,59	2	18,65	6,17	3	2	---	---	---	---	---	---	---	---
po-Bu3	219,2	266,6	549,9	606,5	1	1	22,94	2	17,19	5,65	3	2	---	---	---	---	---	---	---	---
ph-O	127,1	354,1	667,2	635,2	1	2	20,95	3	21,98	7,32	3	2	625	20	---	---	---	---	3	1
ph-Lu1	129,3	319,8	550,7	542,8	1	2	19,71	2	20,20	4,78	3	2	775	110	---	---	---	---	3	1
ph-Lu2	95,3	301,9	637,6	598,0	2	2	21,89	3	21,62	5,50	3	2	550	90	---	---	---	---	3	1
ph-C1	---	426,7	539,9	428,9	1	1	21,35	3	20,41	5,29	3	2	450	20	---	---	---	---	3	1
ph-C2	---	379,3	626,3	542,9	1	1	22,42	3	20,21	5,03	3	2	622	10	---	---	---	---	3	1
ph-C3	77,0	284,4	712,8	553,0	1	1	21,66	2	19,39	5,21	3	2	372	120	---	---	---	---	3	1
ul-C1	177,7	165,9	768,0	948,3	3	3	31,28	1	21,19	7,25	3	1	170	30	---	---	275	25	3	5
ul-C2	47,1	201,4	807,3	935,0	3	3	25,78	1	22,21	7,89	3	1	352	15	---	---	377	25	3	5

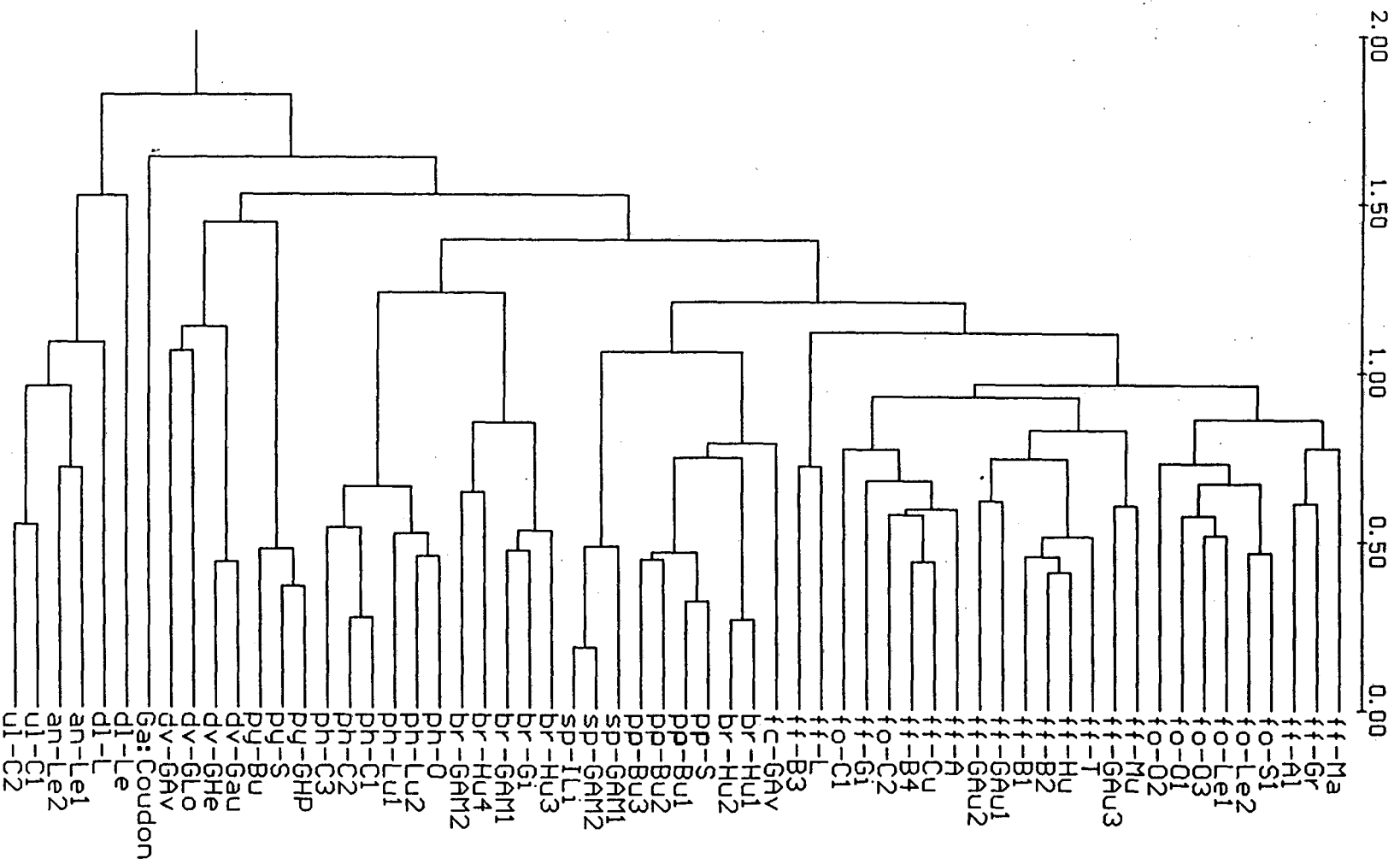


Figura 4.17. Dendrograma d'agrupament jeràrquic entre les 60 P.S.E.B. (UTOs) a partir de caràcters fitodermològics segons el mètode d'ordenació UPGMA.

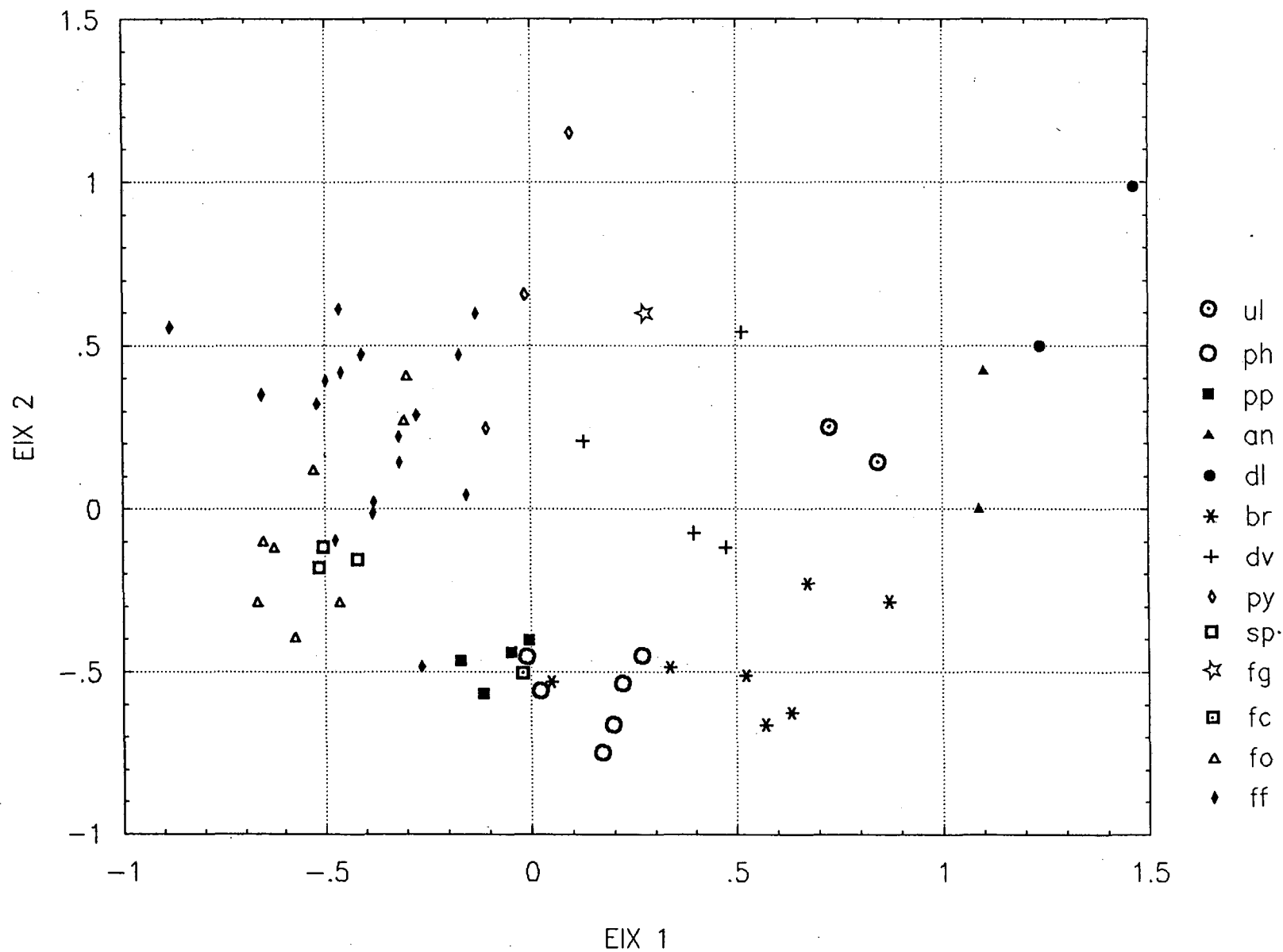


Figura 4.18. Representació de les projeccions sobre els eixos principals 1 i 2 de les 60 P.S.E.B. (UTOs) per a l'anàlisi de components principals (ACP).

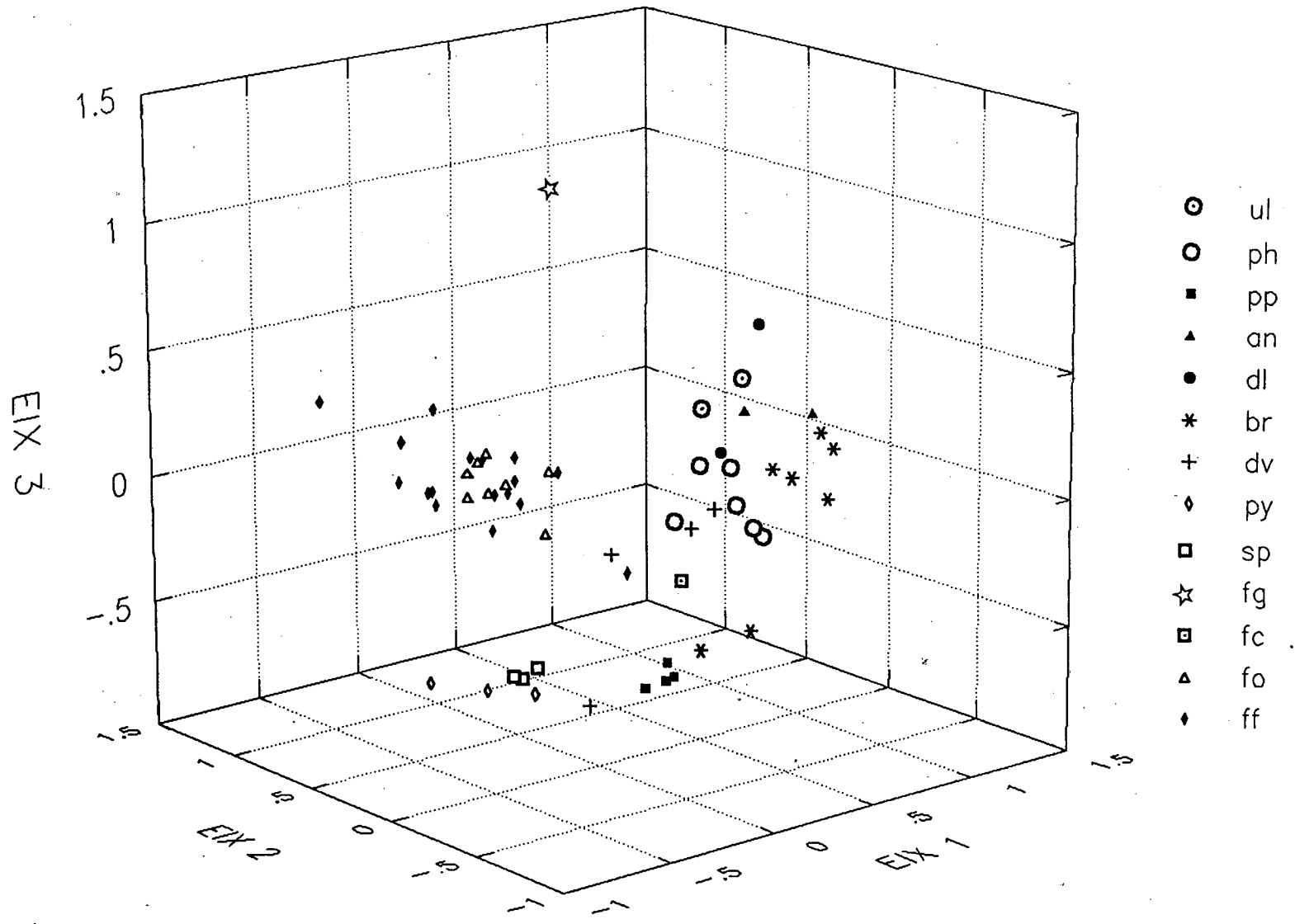


Figura 4.19. Representació de les projeccions sobre els eixos principals 1, 2 i 3 de les 60 P.S.E.B. (UTOs) per a l'anàlisi de components principals (ACP).

4.3.3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

De l'observació de l'ACP pels dos eixos principals (figura 4.17) en podem extreure, fonamentalment, dues conclusions. Per una part, no s'observa una delimitació clara entre la majoria de tàxons. Tan sols s'insinua (donada la poca quantitat de poblacions examinades) un cert aïllament d'*E. angulata*, *E. dulcis* i *E. uliginosa*. Per un altre costat, però, tot i no poder parlar d'agrupament, si que és possible advertir unes tendències, sobretot pel que fa a afinitats entre tàxons.

Les projeccions sobre els eixos 1 i 2 expliciten tan sols el 48,93 % de la varianza. En virtut d'aquest percentatge que valorem com a poc representatiu, hem cregut convenient fer l'ACP pels tres eixos principals (figura 4.18). En aquest últim cas, les projeccions sobre els eixos 1, 2 i 3 expliciten un 63,43 % de la varianza total, percentatge sensiblement superior a l'anterior i, al nostre parer, acceptable. Malauradament, la representació tridimensional de l'ACP tot i que té una major capacitat per a discernir agrupacions, no representa una millora substancial puix que el grau d'introsió continua sent força elevat.

Amb tot, és possible fer alguns comentaris que corroboren, d'alguna manera, consideracions que ja havíem apuntat en els dos apartats anteriors. Així, si observem la figura 4.18 crida l'atenció l'alt grau de solapament entre els diversos tàxons, fruit, sense cap mena de dubte, de l'elevada variabilitat intraespecífica (sobretot en determinats tàxons) esmentada ja en els anteriors apartats. Malgrat que, aparentment, *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* i *E. brittingeri* semblin els tàxons que manifesten majors variacions quantitatives o qualitatives entre unes poblacions i unes altres, el cert és que la heterogeneïtat quant al nombre de poblacions estudiades no ens permet precisar, amb seguretat, un índex de variabilitat per al conjunt de caràcters fitodermològics estudiats. Tenint en compte això, és possible adonar-nos (cf. figures 4.18 i 4.19) d'unes correlacions notablement més baixes en *E. uliginosa*, *E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia*, *E. polygalifolia* subsp. *hirta* i *E. spinosa*. Pel seu costat, *E. flavicoma* subsp. *giselae*, tot i comptar únicament amb dades d'una població, es separa significativament (cf. figura 4.19) de la resta de tàxons. Aquest fet demostra estadísticament el gran pes específic dels caràcters fitodermològics en general, i de l'indument en particular, per a la caracterització d'aquest tàxon.

Els caràcters que contribueixen més a la formació dels eixos (cf. taula 4.7) són per a l'eix 1, l'àrea de les cel·lules epidèrmiques, la forma de les parets anticlinals i la longitud dels tricomes en el limbe foliar i, sobre l'eix 2, la longitud dels tricomes en el marge foliar i la forma de les papil·les cuticulars.

L'anàlisi d'agrupament jeràrquic (figura 4.17) tot i que no permet la diferenciació dels diversos tàxons, tradueix les tendències observades en l'ACP i les que anteriorment fèiem esment, en unes associacions més d'acord amb la seva filogènia. Així, es possible observar 6 grans grups per a unes distàncies taxonòmiques superiors a 1,2. El primer grup està format per *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* i *E. flavicoma* subsp. *occidentalis* demostrant-se, donada la desordenació dins el grup, la difícil discriminació d'aquests dos tàxons a partir dels

caràcters fitodermològics. En el segon grup es desmarca *E. flavicoma* subsp. *costeana*, amb més afinitats amb *E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia* que no pas amb els seus, abans esmentats, consanguinis. Dins aquest grup també es troba *E. spinosa* però, formant, això sí, una unitat pròpia separada de la resta d'estirps. Es de destacar en aquest grup la presència de dues poblacions de *E. brittingeri* que coincideixen amb les que s'han observat com a glabres. El tercer grup el formen *E. brittingeri* (si n'exceptuem les dues poblacions abans esmentades) i *E. polygalifolia* subsp. *hirta*, ambdós tàxons formant dues unitats ben diferenciades. El quart grup el formen la unió de dos subgrups, un per a *E. pyrenaica* i l'altre per a *E. duvalii*. El cinquè grup és monoespecífic per a *E. flavicoma* subsp. *giselae* mentre que el sisè, i últim, el componen *E. dulcis*, *E. angulata* i *E. uliginosa*. Cal remarcar, un altre cop, la completa individualització d'*E. flavicoma* subsp. *giselae* (amb distàncies taxonòmiques pròximes a 1,7) de la resta d'estirps considerades en aquest treball.

Taula 4.9. **CONTRIBUCIÓ DELS DIFERENTS CARÀCTERS A LA FORMACIÓ DELS EIXOS EN L'ANÀLISI DE COMPONENTS PRINCIPALS**

CARÀCTERS	Eixos (%)	
	1	2
densitat estomàtica (per mm ²) a l'anvers foliar	4,17%	5,67%
densitat estomàtica (per mm ²) al revers foliar	5,51%	5,10%
àrea de les cèl.lules epidèrmiques (en µm ²) a l'anvers foliar	6,85%	1,59%
àrea de les cèl.lules epidèrmiques (en µm ²) al revers foliar	7,79%	0,20%
forma de les parets anticlinals a l'anvers foliar	7,31%	0,76%
forma de les parets anticlinals al revers foliar	7,22%	0,02%
llargada dels estomes (en µm) al revers foliar	6,05%	4,01%
tipus de distribució dels estomes a l'anvers foliar	1,33%	6,73%
amplada de les papil·les (en µm) al revers foliar	6,93%	3,23%
alçada de les papil·les (en µm) al revers foliar	3,43%	7,98%
forma de les papil·les al revers foliar	3,18%	9,38%
quantificació dels dipòsits de ceres al revers foliar	6,52%	6,70%
longitud dels tricomes (en µm) a la tija	4,90%	2,93%
densitat dels tricomes (en µm ²) a la tija	2,61%	9,58%
longitud dels tricomes (en µm) al marge foliar	2,66%	10,20%
densitat dels tricomes (en µm ²) al marge foliar	3,78%	8,06%
longitud dels tricomes (en µm) al limbe foliar	6,99%	3,03%
densitat dels tricomes (en µm ²) al limbe foliar	3,76%	6,92%
tipus de pilositat	5,82%	1,28%
repartiment de la pilositat a la planta	3,17%	6,66%

Amb la finalitat no pas de determinar, sinó com un ajut més a la correcta separació dels diferents tàxons, hem cregut profitós confeccionar, a partir dels caràcters fitodermològics, unes claus taxonòmiques afermades, quant a la seva precisió, pels resultats obtinguts en la representació del dendrograma d'agrupament jeràrquic.

CLAU FITODERMOLÒGICA

1	Distribució regular dels estomes a l'anvers foliar (lupa!)	2
1'	Distribució irregular dels estomes al revers foliar (lupa!)	11
2	Planta glabra (lupa!)	3
2'	Planta ± pilosa (lupa!)	7
3	Papil.les subhemisfèriques	4
3'	Papil.les subcilíndriques o mamil.liformes	5
4	Parets anticlinals rectilínies	<i>E. duvalii</i>
4'	Parets anticlinals sinuades	<i>E. uliginosa</i>
5	Coberta de ceres gairebé nul·la (MER!). Estomes grans (llargada > 30 µm). Àrea de les cèl.lules epidèrmiques superior a 800 µm ²	<i>E. pyrenaica</i>
5'	Coberta de ceres abundant (MER!)	6
6	Àrea de les cèl.lules epidèrmiques inferior a 500 µm ²	<i>E. spinosa</i>
6'	Àrea de les cèl.lules epidèrmiques superior a 500 µm ²	<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>flavicoma</i>
7	Papil.les subhemisfèriques	8
7'	Papil.les subcilíndriques o mamil.liformes	9
8	Parets anticlinals rectilínies	<i>E. duvalii</i>
8'	Parets anticlinals sinuades	<i>E. uliginosa</i>
9	Tricomes molt llargs (longitud > 600 µm)	<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>giselae</i>
9'	Tricomes molt curts (longitud < 200 µm)	10
10	Àrea de les cèl.lules epidèrmiques inferior a 600 µm ²	<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>occidentalis</i>
10'	Àrea de les cèl.lules epidèrmiques superior a 700 µm ²	<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>flavicoma</i>
11	Fulles hipoestomàtiques	12
11'	Fulles hipoamfiestomàtiques	16
12	Marge foliar amb pilositat crespa (lupa!)	<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>costeana</i>
12'	Planta glabra o pilosa, però en aquest darrer cas, sense pilositat crespa al marge foliar	13
13	Parets anticlinals sinuades	14
13'	Parets anticlinals rectilínies o corbades, però no sinuades	15
14	Llargada dels estomes superior a 29 µm. Tija sovint pilosa	<i>E. dulcis</i>
14'	Llargada dels estomes inferior a 29 µm. Tija sempre glabra	<i>E. angulata</i>
15	Planta glabra o pilosa, però en aquest darrer cas, pilositat aplicada al limbe foliar (i rarament a la tija)	<i>E. brittingeri</i>
15'	Planta amb pilositat patent en la tija	<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>hirta</i>
16	Papil.les subcilíndriques o mamil.liformes	17
16'	Papil.les subhemisfèriques	18
17	Àrea de les cèl.lules epidèrmiques inferior a 600 µm ²	<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>occidentalis</i>
17'	Àrea de les cèl.lules epidèrmiques superior a 700 µm ²	<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>flavicoma</i>
18	Planta sempre glabra	<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>polygalifolia</i>
18'	Planta sovint pilosa o, rarament, glabra, però en aquest darrer cas densitat estomàtica superior a 300/mm ²	19
19	Pilositat aplicada al limbe foliar (i més rarament en la tija)	<i>E. brittingeri</i>
19'	Pilositat patent a la tija	<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>hirta</i>

Apèndix 4.1.: PROCEDÈNCIA DEL MATERIAL ESTUDIAT

E. flavicoma* subsp. *flavicoma**Ga:**

AUDE: "La Clàpe, prop dels radars", 300, 7-X-1988, A.Cauwet, C.Blanché, J.Vallès & J.Simon (BCF 37002); "Tauch, prop dels radars", 900 m, 7-X-1988, A.Cauwet, C.Blanché, J.Vallès & J.Simon (BCF 37004); "Mont Alaric, serres superiors", 500 m, 13-VI-1990, J.Vicens & J.Simon (BCF 37018); "Feuilla", 19-VI-1902, Fre.Sennen (G s/n); "environs de Narbonne", 1250, 31-V-1887, L.Chevallier (G s/n); **ALPES-MARITIMES:** "Mte.Vinaigré à Nice", 6-IV-1862, Canut (G s/n); **DRÔME:** "Eyroles, a l'est du Serre de la Fraissière, quartier St.Marcel", 22-V-1900, Saulses (G s/n); **HÉRAULT:** "Montpellier", IV-1846, E.Planchon (G s/n); **VAR:** "bords du ventiers au Pas-de-Galle, près de la Farède", 16-IV-1868, Shufft?? (G s/n); "Draguignon, sommet de la colline à l'ouest de la ville", 8-V-1911, L.Girod (G s/n).

Hs:

ALACANT: "Alcol, 'El Carrascar'", 1100 m, 20-III-1989, C.Montoya & J.Simon (BCF 37006); **ALMERIA:** "Mesa Roldán, cerca del faro, Carboneras", 110 m, 19-III-1988, J.Molero & J.Simon (BCF 34789); **BARCELONA:** "Massis del Garraf, poc després de la desviació a la zona de radars", 350 m, 11-III-1988, C.Blanché & J.Simon (BCF 34836); "Pla de Camplong, prop del Pl de les Tres Branques", 1250 m, 29-III-1988, C.Montoya & J.Simon (BCF 34860); "Collbató, carretera a les Coves de Salnitre", 270 m, 5-V-1988, E.Pascual, R.Raventos & J.Simon (BCF 34912); "Bagà, a 4 Km pujant cap a Gisclareny", 1000, 28-V-1989, C.Montoya & J.Simon (BCF 37014); **CUENCA:** "Aras de Alpuente, prop del pont que travessa el riu Segura", 450 m, 21-III-1989, C.Montoya & J.Simon (BCF 37008); **GIRONA:** "Figueres", 23-IV-1905, Fre.Sennen (G s/n); "entre l'Escala i L'Estartit, prop de la desviació de la caserna militar antiga", 100 m, 13-III-1988, C.Blanché & R.Ferrer (BCF 34849); **GRANADA:** "Puerto de las Raguas", 1980 m, 18-III-1988, J.Molero & J.Simon (BCF 34778); **LEIDA:** "Hostalets, prop de Noves de Segre", 400 m, 6-IV-1988, J.Molero & A.Romo (BCF 34878); **MÀLAGA:** "Sierra Bermeja, a 2 km del cim", 1350 m, 18-III-1988, J.Molero & J.Simon (BCF 34772); **MÚRCIA:** "Sierra de Espuña, a 1 km de la zona de radars", 1150 m, 19-III-1988, J.Molero & J.Simon (BCF 34794); **OSCA:** "entre Selra y Campo, prop del creuament de la carretera que va a Senz i Via", 800 m, 15-V-1988, C.Montoya & J.Simon (BCF 34945); **TARRAGONA:** "Ports de Tortosa, principi del camí del Rajatxol", 1000 m, 22-IV-1989, C.Montoya & J.Simon (BCF 34801); **TEROL:** "Sierra de Balaciocha", 1200 m, VI-1892, E.Reverchon (G s/n).

It:

LIGURIA: "Ceranesi, Pian de Praglia, à l'W du hameau Caffarella", 900 m, 5-VI-1975, W.Greuter (G 107025).

E. flavicoma* subsp. *occidentalis**Hs:**

ÀLABA: "Ullivari Gamboa, près de l'Embalse de Zadorra, entre Ullivari Gamboa et Mendivil", 600 m, 25-V-1982, Retz (G s/n); **ASTÚRIES:** "El Condado, a uns 10 Km de la Pola de Laviana", 450 m, 1-VI-1988, M.Laínz, C.Blanché & J.Simon (BCF 34969); "Puerto de la Tama, pujant al port en un congost del riu Nalón", 650 m, 1-VI-1988, M.Laínz, C.Blanché & J.Simon (BCF 34971); "Alto de las Estazadas, baixant del port", 430 m, 30-VI-1990, C.Benedí & J.Simon (BCF 37066); **CANTÀBRIA:** "Puerto de Aliva, Picos de Europa", 8-VII-1878, E.Levier (G s/n); "Garganta de la Hermida", 350, 15-VII-1989, C.Montoya & J.Simon (BCF 37032); **LA CORUNYA:** "Brandomil, carretera a Bañias en el Km 27", 200 m, 29-VI-1990, C.Benedí & J.Simon (BCF 37056); "Brandañas de Arriba, prop del poble", 350 m, 28-VI-1990, C.Benedí & J.Simon (BCF 37052); **LLÉO:** "Puerto de San Isidro, poc després de Puebla de Lillo", 1200 m, 26-VI-1990, C.Benedí & J.Simon (BCF 37042); "La Uña", 1200 m, 26-VI-1990, C.Benedí & J.Simon (BCF 37044); "Riaño", 26-VI-1905, M.Gandoger (G s/n).

E. flavicoma* subsp. *costeana**Ga:**

AVEYRON: "Firmy, Puy de Wolf, en les pendents meridionals de la muntanya", 580 m, 12-VI-1990, P.Vicens & J.Simon (BCF 37036).

E. flavicoma* subsp. *giselae**Ga:**

ARDÈCHE: "Aubenas", V-1891, L.Girod (G s/n); **HAUTES-ALPES:** "Lazer", 1-VI-1902, L.Girod (G s/n); **VAR:** "Mont Coudon, près Toulon", 21-V-1869, S.Alioth (G s/n).

Hs:

MÀLAGA: "Estepona, Sierra de los Reales", 22-IV-1976, M.Ladero & S.Rivas-Goday. (SEV 93185).

E. spinosa**Ga:**

ALPES-MARITIMES: "Levens", 570 m, 12-VI-1989, J.Vallès & J.Simon (BCF 37020); "Col de Ferrier, 2Km nördlich von St.Vallier-de-Thiey", 1040 m, 20-V-1972, D.Podlech (G 103291); "Villars-sur-Var, al costat del poble", 500 m, 26-III-1989, C.Montoya & J.Simon (BCF 37012); **HAUTE-CORSE:** "Bastia", 200 m, 27-IV-1909, Hermann Poevertlein (G s/n); **VAR:** "Fréjus", 17-V-1851, J.Müller (G s/n).



ARMAL

It:

LIGURIA: "entre Airole i Breil, prop de la frontera amb França", 450 m, 26-III-1989, *C.Montoya & J.Simon* (BCF 37010); **LAZIO:** "Tivoli, Roma", IV-1890, *A.Terracciano* (G s/n); **TOSCANA:** "San Giuliano, Pise", 200 m, V-1874, *Groves* (G s/n).

Ju:

DALMACIJA: "Scardona", 11-VI-1897, *Saint-Lager* (G s/n).

E. pyrenaica

Ga:

PYRÉNÉES-ATLANTIQUES: "Pic d'Anie, prop del cim", 2100 m, 13-VII-1989, *J.Simon* (BCF 35013); "Cézy, Eaux bonnes", VII-1870, *E.Boissier* (G s/n); "Pic de Ger", VIII-1876, *H.Bordère* (G s/n).

Hs:

BURGOS: "Rebolero Transpeña, en les serres sobre el poble", 1100 m, 15-VII-1989, *J.Simon* (BCF 37028); **CANTÀBRIA:** "Las Gramas. Picos de Europa", VII-1848, ¿ ? (G s/n); "Peña Vieja, prop del Collado de la Canalona", 2300 m, 16-VII-1989, *J.Simon* (BCF 37030).

E. duvalii

Ga:

AUDE: "Mont Alaric, serres superiors", 500 m, 13-VI-1990, *P.Vicens & J.Simon* (BCF 37017); **AVEYRON:** "Cirque de Madasse, a 3 Km en direcció a les Gorges de la Jonte", 350 m, 12-VI-1990, *P.Vicens & J.Simon* (BCF 37040); "Millau", VI-1903, *A.Faurés* (G 196784); "Toumemire", 18-VI-1904, *Puech* (G s/n); **GARD:** "Fontanet, près de Blandas", 3-VI-1878, *L.Anthonard* (G 246672); **HÉRAULT:** "Le Caylar, a la sortida del poble direcció Millau", 350, 11-VI-1990, *P.Vicens & J.Simon* (BCF 37034); "bois des Arenables, près Bédarieux", V-1876, *A.Schmidely* (G s/n); **LOZÈRE:** "Sant Enimie, baixant cap a les Gorges", 550 m, 12-VI-1990, *P.Vicens & J.Simon* (BCF 37038).

E. brittingeri

Ga:

ALPES-MARITIMES: "Gorges de Caussols", 900 m, 12-VI-1989, *J.Vallès & J.Simon* (BCF 37022); "Lopin du Pin, carretera cap a St.Lambert", 1000 m, 13-VI-1989, *J.Vallès & J.Simon* (BCF 37024); **AIN:** "Evosges", 800 m, 26-V-1927, ¿ ? (G s/n); **GIRONDE:** "environs de Bordeaux", 10-VI-1863, *G.Lespinasse* (G s/n); **HAUTES-ALPES:** "Gap", ¿ ?, *P.C.Billot* (G s/n); **ISÈRE:** "Ratz, bois du col de la Placette", 27-V-1902, *J.Briquet* (G s/n); **JURA:** "Dôle.", 21-VII-1929, ¿ ? (G s/n); **PUY DE DÔME:** "près Billom", 20-IV-1961, *A.Charpin* (G 126558).

Gr:

FLORINA: "montes Varnous (Kalo Nero), in austro-orientali verticum "Bela Voda" vocatorum", 2000 m, 1-VIII-1976, *W.Greuter* (G 134851).

He:

GENÈVE: "Genève, Vernier-Peney", 5-VI-1943, *V.Handwerck* (G 48270)

Hs:

GIRONA: "Sallent de Santa Pau, Olot", 450 m, 6-IV-1988, *C.Blanché J.Vallès & J.Simon* (BCF 34895); **OSCA:** "Puente de la Reina, prop del pont", 550 m, 26-VI-1988, *A.Beltran, C.Montoya & J.Simon* (BCF 34917); "entre Bonanasa i Graus, al costat del riu Isàbena", 950 m, 14-V-1988, *C.Montoya & J.Simon* (BCF 34929); "Castejón de Sos, a 2 Km del poble en direcció Benasque", 900 m, 14-V-1988, *M.Belmonte & J.Simon* (BCF 34931); "Barruens, 100 m abans d'arribar al poble", 1100 m, 15-V-1988, *C.Montoya & J.Simon* (BCF 34938).

It:

FRIULI-VENEZIA GIULIA: "collines au Nord de Rupingrande", 400 m, 30-V-1976, *M.Knecht* (G 109393); **VENETO:** "Abbazia", 1898, *L.Richter* (G s/n).

Slo:

SLOVENIJA: "nördliches Istrien: bei Kozina", 500 m, 7-VI-1961, *G.Wagenitz & T.Wraber* (G s/n).

E. angulata

Cz:

JIHOMORAVSKY: "Brno, prope Modrice", 300 m, 17-V-1925, *G.Sirjaev* (G s/n). **VYCHODOSLOVENSKY:** "Montès Bránisko: procul opp. Spisské Pcdhradie", 1100 m, VI-1938, *Milos Deyl* (G s/n).

Ga:

CHARENTE: "landes de Soyanna, pr. Angouleme", 29-V-1898, *A.Guillon* (G s/n); **DEUX-SÈVRES:** "bois de la commune de Soudan, canton de la Mothe-Saint-Héray", 23-V-1860, *C.Sauzé & P.N.Maillard* (G s/n); **HAUTES-PYRÉNÉES:** "Samàoute", VII-1873, *Bordère* (G s/n).

Hs:

LEO: "La Gulana, prop del repetidor de televisió", 1600 m, 27-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37050); "Chana de Somoza, prop del riu", 800 m, 27-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37048); **PONTEVEDRA:** "Puente Ulla, orillas del río Ulla", 2-V-1950, *Bellot & Casaseca* (G s/n); **SORIA:** "Quintana Redonda", 1050 m, 17-V-1975, *A.Segura Zubizarreta* (G 106399).

Po:

KRAKÓW: "Miechów: Elonów", 1-VI-1970, *A.Jasiewics* (G 34344).

Rm:

CLUJ: "Transsylvania: supra oppidum Cluj", 500 m, VI-1922, *I.Prodan* (G s/n).

E. dulcis**Au:**

SALZBURG: "Salzburg", 420 m, V-1887, *M.Eysn* (G s/n).

Be:

BRABANT: "Grimbergen", VII-1862, *A.Wesmael* (G s/n).

Ga:

DRÔME: "Allondon, NW, L'Epine", 380 m, 19-4-1980, *D.Aeschmann* (G 176079); **GIRONDE:** "Langon", 25-IV-1889, *E.Neyrant* (G s/n); **HAUTES-ALPES:** "La Grave", 1200 m, 23-V-1861, *R.Mathonnet* (G s/n); **ISÈRE:** "Jura de Crémieu: La Balme", 21-VI-1915, *J.Briquet* (G s/n); **MEURTHE-ET-MOSELLE:** "Nancy", V-1857, *C.Billot* (G s/n).

Hs:

LLEÓ: "Puerto del Pontón, baixant del Pont direcció a Oseja de Sajambre", 1100 m, 26-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37046); **LUGO:** "La Xesta, cerca de Mondoñedo", 15-V-1950, *F.Bellot & Casaseca* (G s/n); **LLEIDA:** "Noves de Segre, sota Espahent, prop la Guàrdia.", 28-IV-1990, *C.Benedí, J.Molero & J.Simon* (BCF 35017).

It:

LIGURIA: "Ligurischer Apennin, an der Autobahn Malland-Genova, 1 km südlich Busalla", 370 m, 19-V-1972, *A.Podlech* (G 103246).

Ju:

HRVATSKA: "M.Ucka, versant E. au-dessus du sommet principal", 1000 m, 5-VI-1976, *A.Chautems* (G 109164).

Lu:

TRAS-OS-MONTES: "Montalegre", 1150 m, 15-VII-1957, *A.Silva* (G s/n).

Po:

WROCLAW: "Silesia: Swidniziam", 1100 m, 16-VI-1880, *Felsmann* (G s/n).

E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia**Hs:**

BURGOS: "Corconte, a uns 5 Km del Puerto del Escudo al costat de l'embassament de l'Ebro", 850 m, 31-V-1988, *C.Blanché & J.Simon* (BCF 34953); "Puerto de los Tomos", 920 m, 14-VII-1989, *C.Montoya & J.Simon* (BCF 37026); "Lunada, en les pistes d'esquí", 1400 m, 31-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37068); "Buggedo", 5-VII-1905, *Hno.Elias* (G 260456); **CANTÀBRIA:** "Cabecera del río Híjar, Reinoso.", 31-VIII-1951, *E.Guinea* (G s/n); "L'Henar, pujant a l'estació d'esquí d'Alto Campoo", 1400 m, 31-V-1988, *C.Blanché & J.Simon* (BCF 34965).

E. polygalifolia* subsp. *hirta**Hs:**

ASTÚRIES: "Vegadeo cap a la Garganta; cruïlla de carreteres cap a Taramundi", 620 m, 2-VI-1988, *C.Blanché & J.Simon* (BCF 34976); **LA CORUNYA:** "Brandomil, carretera a Baiñas en el Km 27", 200 m, 29-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37058); "Lamas, carretera a Zas, prop d'una fabrica de fusta", 100 m, 29-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37062); "Brandoñas de Arriba, prop del poble", 350, 28-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37054); "Os Pontes de Garcia Rodrigo, 2 Km abans del poble", 350 m, 2-VI-1988, *C.Blanché & J.Simon* (BCF 34988); Lugo: "Puerto de Marco de Alvare", 580 m, 2-VI-1988, *C.Blanché & J.Simon* (BCF 34983); "Cabreira-Fonsagrada", VII-1957, *E.Carreira* (G s/n).

E. uliginosa**Hs:**

LA CORUNYA: "Lamas, carretera a Zas", 100 m, 29-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37060); "Carballo, a 1 km del poble prop d'una vermeda", 110 m, 29-VI-1990, *C.Benedí & J.Simon* (BCF 37064).

Lu:

ALTO ALENTEJO: "Odemira, prope Vila Nova de Milfontes", 50 m, 7-IX-1938, *W.Rothmaler* (G s/n); **BAIXO ALENTEJO:** "marais de Fernan-Ferro entre Apostica et Arrentella", VI-1892, *J.Daveau* (G s/n); **BEIRA LITORAL:** "arredores do Lourçal: Pinhal do Urço", VII-1893, *M.Ferreira* (G s/n); **DOURO LITORAL:** "Villa Nova de Gaia, prope Porto", V-1884, *J.Daveau* (G s/n).

5. MORFOLOGIA POL.LÍNICA

5.1. INTRODUCCIÓ

En els últims anys els estudis del pol.len han sofert un desenvolupament cada vegada més considerable que ha permès una gran diversificació quant a la seva aplicació. Així, a més dels nombrosos treballs dedicats a les anàlisis del pol.len contingut en torberes, sediments i jaciments arqueològics (RUIZ-ZAPATA & ACASO-DELTELL, 1985) i que han fornit als investigadors de resultats enormement valuosos per a deduir-ne datacions de terrenys (DIAZ-LOSADA *et al.*, 1990), canvis de zones climàtiques (PÉREZ-OBOLS & ROURE-NOLLA, 1990) etc, hem de destacar en l'actualitat la creixent importància de les anàlisis dels tipus de pol.len contingut en les mels i que en permeten la tipificació (SALA, 1990), la identificació del pol.len aerovagant a l'atmosfera de les grans ciutats (MARTIN, 1990; SUÁREZ-CERVERA & SEOANE-CAMBA, 1983) pas previ fonamental per a la prevenció i tractament dels processos al·lèrgics produïts directament pel pol.len (SEOANE-CAMBA & SUÁREZ-CERVERA, 1986).

L'aplicació de l'estudi de les característiques morfològiques i estructurals del gra de pol.len amb finalitats sistemàtiques està àmpliament difós dins la Taxonomia moderna (WODEHOUSE, 1928; ERDTMAN, 1952; CAMPO, 1954; ERDTMAN, 1969; FAEGRI & IVERSEN, 1975; WALKER & DOYLE, 1975; FERGUSON, 1985). No és descabellat pensar que si la micròspora s'origina a partir d'una divisió reductiva de la cèl.lula mare del pol.len, el seu interior contindrà una dotació cromosòmica completa del genoma patern amb la possibilitat, per tant, d'establir relacions filogenètiques entre diversos grups. A això cal afegir-hi que bona part de les barreres d'isolament reproductiu es troben a nivell del gra de pol.len. D'aquesta manera, la morfologia i ornamentació externa del gra de pol.len, així com un conjunt de proteïnes específiques de l'exina, solen ser molt constants per a cada espècie i, sovint, tenen una forta component de fixació genètica.

Des d'un punt de vista més metodològic, fins a la dècada dels 60, la pràctica totalitat de les dades s'extreien a partir d'observacions efectuades amb el microscopi òptic. L'aparició posterior del Microscopi Electrònic de Rastreig (MER) i del Microscopi Electrònic de Transmissió (MET) va obrir noves i incitants perspectives a l'estudi pol.línic en permetre

visualitzar, amb extraordinari detall i nitidesa, les característiques topogràfiques de l'exina i l'estructura interna del gra de pol.len, respectivament (HAYAT, 1974; COLE & BEHNKE, 1975). La millora tècnica dels aparells, la seva comercialització, el perfeccionament dels mètodes de preparació de les mostres i, sobretot, l'ús com a instrument habitual en els centres d'investigació, aporten cada vegada més informació i han incrementat de manera notable en els darrers anys els coneixements palinològics.

Totes aquestes consideracions fan que, en el marc d'una revisió biosistemàtica com la que intentem portar a terme en aquesta Memòria, sigui de molt interès emprendre un estudi pol.línic, per tal de complementar i completar, en la mesura que ens sigui possible, la caracterització dels tàxons estudiats.

5.1.1. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DEL POL.LEN D'*EUPHORBIA*: ESTUDIS PRECEDENTS.

Revisant la bibliografia ens adonem, d'entrada, d'una manca gairebé total de treballs monogràfics exhaustius pel que fa a la morfologia del gra de pol.len en un gènere cosmopolita, *Euphorbia*, amb més de 2000 espècies descrites. Les úniques referències que en coneixem provenen, en la seva major part, d'estudis monogràfics en el marc més ampli de la família (PUNT, 1962; KÖHLER, 1965; HUANG, 1972; HESSE, 1980; SAAD & EL-GHAZALY, 1988 entre d'altres) o bé procedeixen d'atles pol.línics d'una regió determinada (PLA-DALMAU, 1957; PANELATTI, 1960; ERDTMAN *et al.*, 1961; MALEY, 1970; AYTUG *et al.*, 1971; BONNEFILLE, 1971; HEUSSER, 1971; PÉREZ DE PAZ & ROCA, 1977; VALDÉS & FERNÁNDEZ, 1986, etc.).

Segons els autors abans esmentats, els representants de la família *Euphorbiaceae* presenten, en general, pol.len molt divers pel que fa al tipus d'obertura i ornamentació. Així, pot ser (2-10) colpat, colporat, porat o, fins i tot, inaperturat. La morfologia de la sexina també varia considerablement. Pel que fa a l'exina, aquesta pot ser tectada, semitectada, reticulada o microreticulada i tampoc és rara la presència d'espínules. Aquesta diversitat de pol.len il.lustra, segons alguns autors (SAAD & EL-GHAZALY, 1988), l'enorme heterogeneïtat que existeix dins la família.

El primer treball del qual tenim notícia, que estableix la delimitació dels diversos tipus de pol.len dins la família, el va realitzar PUNT (1962). Aquest autor diferencia 23 tipus de pol.len dins la subfamília *Phyllanthoideae* i 53 tipus dins la subfamília *Crotonoideae*, on es troba el gènere *Euphorbia*. El tipus que correspon a aquest gènere el defineix com a tipus *Euphorbia hirta* i es caracteritza perquè és tricolporat, trilobulat en visió polar i forma de subprolat a oblato-esferoïdal. A la vegada, divideix aquest tipus en dos subtipus, subtipus *E. hirta* i *E. esula*, depenent de la presència o absència d'opèrcul, respectivament.

Posteriorment, i en el marc d'un estudi de la morfologia pol.línica d'espècies del N d'Europa, FAEGRI & IVERSEN (1964) situen el pol.len d'*Euphorbia* dins la família, en el grup de pol.lens tricolporats.

Les primeres claus per a la família *Euphorbiaceae* confeccionades exclusivament a partir de dades pol·líniques, es deuen a HUANG (1972). Aquestes claus permeten, donada la magnitud de la família, diferenciar només fins a nivell genèric.

SAAD & EL-GHAZALY (1988) estudia amb el MO, MER i MET alguns representants de 4 gèneres diferents de la família *Euphorbiaceae*, aportant poques novetats enfront de PUNT (*l.c.*), pel que fa a les característiques del gènere. Únicament difereix del precitat autor en l'observació d'una estructura de l'exina marcadament rugulosa.

Els tàxons ibèrics del gènere han estat, en els últims anys, profusament estudiats. PLADALMAU descriu, molt sumàriament, el pol·len d'unes 500 espècies del NE de la Península Ibèrica, entre elles el d'*E. cyparissias*, *E. helioscopia*, *E. paralias* i *E. peplis*.

En un recent treball, LÓPEZ & DÍEZ (1985) estudien el pol·len de les espècies de la família *Euphorbiaceae* de la zona occidental andalusa. Aquests autors diferencien 5 tipus de pol·len que coincideixen amb cadascun dels 5 gèneres presents en aquell territori. Al gènere *Euphorbia* li correspon el tipus *E. helioscopia* que, a la vegada, es subdivideix en 3 subtipus diferents, en virtut del tipus de perforacions del tectum. Tot i que no estudien cap dels tàxons presents en aquesta Memòria, els tàxons més afins filogenèticament als nostres presenten pol·len del subtipus B, és a dir, amb el tectum amb perforacions a la mesocòlpia i apocòlpia, formant un reticle de lúmens perforats al voltant dels colpos.

Ulteriorment, ha aparegut l'"Atlas palinológico de Andalucía occidental" de VALDÉS *et al.* (1986) on es recullen els mateixos 5 tipus descrits per LÓPEZ & DÍEZ (*l.c.*) però sense descriure cap subtipus. Aquests autors descriuen un pol·len bàsic i comú per a totes les espècies d'*Euphorbia* estudiades i on, per proximitat filogenètica d'algunes estirps, podem incloure-hi els nostres tàxons.

Més pròxim ens és el treball d'EL-GHAZALY (1989) on estudia, des d'un punt de vista morfològic, el pol·len i els orbicles de 9 espècies d'*Euphorbia*. Els resultats comporten la diferenciació de 4 tipus (tipus *E. acalyphoides*, tipus *E. bivonae*, tipus *E. cuneata* i tipus *E. falcata*) no del tot concordants amb els tipus descrits per PUNT (1962). Per altre costat, tot i comprovar la diversificació evident dels orbicles en *Euphorbia*, fa palesa la poca coincidència entre la morfologia dels orbicles i els diversos tipus pol·línics.

Per últim, cal destacar les investigacions, encara no concloses, on s'estudien morfològicament i estructuralment les diverses espècies del gènere *Euphorbia* a tota la Península Ibèrica i a la Regió Macaronèsica. Una primera aproximació als resultats de l'equip d'investigadors (SUÁREZ-CERVERA, SEOANE-CAMBA & MARTIN, *comm. pers.*), del qual l'autor d'aquesta Memòria forma part, destaca l'elevada homogeneïtat de gairebé la totalitat dels tàxons ibèrics. Així, es fa molt difícil la discriminació dels tàxons a partir de les dades palinològiques. El gra de pol·len bàsic dels tàxons ibèrics és, segons SUÁREZ-CERVERA (*comm. pers.*), 3-colporat, prolat o subprolat, perforat, microreticulat o reticulat i el colpus es allargat amb el porus lolongat o lalongat. Més recentment, un estudi amb el MO, MER i MET

de 20 tàxons de la secció *Balsamis* de distribució fonamentalment macaronèsica (SUÁREZ-CERVERA *et al.*, 1990a), ha permès discriminar la major part d'estirps en base als paràmetres biomètrics del pol·len, a la vegada que s'ha plantejat un hipotètic model evolutiu dins la secció a partir de la morfologia de l'exina. En l'actualitat, els esforços es projecten cap a d'altres gèneres d'euforbiàcies (*Phyllanthus*, *Croton*, *Martretia*, etc.) tot intentant relacionar les diverses apertures de l'endexina amb el grau evolutiu de cada gènere dins la família (SUÁREZ-CERVERA, *comm. pers.*).

Cal esmentar, tot i que s'aparta de l'enfoc de les nostres investigacions, alguns treballs (CESCA, 1961; CESCA, 1969; MURGIA *et al.*, 1986, 1987; MURGIA & WILMS, 1987) que, des d'un punt de vista més citològic o embriològic, recullen dades d'alguns dels nostres tàxons (*E. dulcis*, *E. spinosa*). En aquest sentit, val la pena esmentar el treball de WEBSTER *et al.* (1982) sobre el significat sistemàtic del nombre de nuclis en el gra de pol·len de la tribu *Euphorbieae*. Estudiant un total de 139 espècies d'entre els 5 gèneres considerats, els precitats autors resolen que els pòl·lens trinucleats (gènere *Chamaesyce* i gènere *Pedilanthus*) són filogenèticament més evolucionats que els pòl·lens exclusivament binucleats (propis del subg. *Euphorbia* i *Monadenium*, entre d'altres). A partir d'aquestes consideracions, el subgènere *Esula* (i la subsecció *Galarrrhaei*, secció a la qual pertanyen els nostres tàxons) caldria incloure'l dins dels subgèneres més evolucionats.

En aquest estat de la qüestió, i malgrat que la majoria dels autors esmentats coincideixen en indicar una uniformitat pol·línica dins el gènere *Euphorbia*, ens proposen descriure les característiques del gra de pol·len dels nostres tàxons, referits a les seves dimensions, ornamentació i, en menor mesura, estructura interna, per tal de permetre'ns fer-nos una idea de la variabilitat intra- i interespecífica i establir possibles afinitats o divergències filogèniques. Com a darrer aspecte complementari, pretenem determinar si hi pot haver una correlació entre la morfologia del pol·len i el grau de ploïdia manifestat per alguns dels nostres tàxons.

5.2. MATERIAL I MÈTODES

5.2.1. PROCEDÈNCIA DEL MATERIAL

L' estudi palinològic s'ha realitzat sobre un total de 35 poblacions d'entre les P.S.E.B corresponents a tots els tàxons considerats si n'exceptuem *E. flavicoma* subsp. *giselae*. El material per a la realització de l'estudi procedeix, en la seva totalitat, de col·leccions pròpies, efectuades directament al camp en el cas dels estudis amb el MO i MER. La preparació de les mostres per MET, tècnica més complexa i delicada, ha aconsellat recollir les mostres de pol·len de plecs d'herbari de les mateixes poblacions, ja que així s'evitava la possibilitat d'interferències entre l'àcid acètic glacial (líquid fixador al camp) i els reactius que s'utilitzen per a la preparació de les mostres per al MET. Els corresponents plecs testimoni són dipositats a l'herbari BCF. La relació de les poblacions estudiades es consigna a l'apèndix 5.1, al final del capítol.

En la majoria de tàxons s'ha estudiat més d'una població per tal de recollir la variació intraespecífica. Malgrat tot, tan sols s'ha estudiat una població d'*E. flavicoma* subsp. *costeana*, atesa la seva àrea tan restringida, i *E. dulcis* i *E. uliginosa*, per l'escassetat de material disponible. Això es deu al fet de decidir-nos a treballar amb poblacions de les que coneixem "a priori" el seu nivell de ploïdia, com d'altres dades tan morfològiques com ecològiques. Aquests requisits restringeixen aquestes poblacions a les P.S.E.B, però permeten l'observació de possibles correlacions, impossibles de detectar a partir de material d'herbari. La contrapartida és que això suposa limitacions quant al nombre de poblacions estudiades ja que hi ha la possibilitat de visitar la població en període vegetatiu o ja fructificada amb l'impediment, per tant, de recollir-hi pol.len.

Per a una més gran uniformitat, hem considerat població pol.línica a aquella procedent de diverses flors masculines de diversos ciatis de diversos individus d'una mateixa població. És important que el ciati s'acabi d'obrir ja que així evitem pol.len possiblement immadur i antereres ja obertes i, per tant, que són ja buides de pol.len.

5.2.2. TÈCNIQUES PALINOLÒGIQUES.

Per a l'estudi dels diferents paràmetres pol.línics s'ha utilitzat 3 aparells diferents d'observació: Microscòpia Òptica (MO), Microscòpia Electrònica de Rastreig (MER) i Microscòpia Electrònica de Transmissió (MET). En totes elles s'utilitza el gra de pol.len un cop extret de les antereres, però cadascun dels aparells requereix una preparació de les mostres diferent, a la vegada que ens permet visualitzar caràcters diferents.

5.2.2.1. Microscòpia Òptica.

El pol.len, fixat directament al camp amb àcid acètic glacial, cal tractar-lo prèviament per tal d'estandaritzar el grau de turgència del pol.len i purificar-lo de les restes vegetals que solen acompanyar aquest pol.len. Això s'aconsegueix mitjançant el procés de l'acetolisi que consisteix, bàsicament, en destruir i buidar el contingut cel.lular (intina) del gra de pol.len, a la vegada que fa desaparèixer tot el material vegetal de naturalesa cel.lulòsica, mitjançant l'acció de la mescla d'Erdtman, més coneguda com a mescla acetolítica. Les parts cel.lulòsiques són dissoltes per l'acció de l'àcid acètic naixent alliberat per aquesta mescla acetolítica, que és la mescla extemporània de anhídrid acètic i àcid sulfúric concentrat en proporció de 9 a 1. El resultat final implica que l'únic que resta és l'esperodermis del gra de pol.len completament net i que és la part que ens interessa estudiar.

L'acetolisi, tècnica normalitzada per ERDTMAN (1960), ha sofert diverses modificacions. Una de les més utilitzades és la proposada per AVETISSIAN (SAENZ, 1979) i que es coneix usualment amb el nom de micromètode d'Avetissian. Com el seu nom indica, aquest procediment té els avantatges de treballar amb poca quantitat de pol.len i requereix de menys temps per a preparar les diverses mostres, alhora que permet seguir tot el procés sota la lupa binocular i deturar l'acetolisi en el moment precís.

Aquest micromètode ha estat l'escollit per a les mostres que hem d'observar amb el MO. A continuació detallem breument la pauta seguida:

- 1.- Sobre un porta net i desengreixat es dipositen 5-10 anteres. A continuació s'afegueix una gota d'etanol de 96° per humificar la mostra.
- 2.- S'addicionen un parell de gotes de mescla acetolítica (anhídrid acètic i àcid sulfúric 9:1) extemporània, alhora que amb una vareta de vidre trenquem les anteres; el reactiu entra en contacte amb el pol.len.
- 3.- Mentre actua la mescla (aproximadament durant 1 minut) sobre placa calefactora a 70° C, hem de tenir cura que el reactiu no arribi a assecar-se del tot. Durant tot el procés podem dur un control del grau d'acetolisi a partir del color torrat que va prenent el líquid o directament sota lupa binocular.
- 4.- Afegim un parell de gotes d'àcid acètic glacial amb la finalitat de dissoldre els triacetats de cel.lulosa que poden haver-se format dificultant la posterior observació, alhora que arrossega les impureses macroscòpiques (filaments, fragments d'antera, etc.). L'excés de líquid es retira, amb molta cura, per les vores, amb l'ajut de tires de paper de filtre.
- 5.- Es renta tres vegades amb etanol de 96° i se'n recull l'excés acuradament amb un xic de paper de filtre deixant-se secar, finalment, fins l'evaporació total de l'etanol.
- 6.- El muntatge es duu a terme posant sobre la mostra una gota de glicerogelatina calenta (glicerina bidestil.lada 50%, gelatina 7%, aigua destil.lada 42% i fenol 1%) i portant, altra vegada, el portaobjectes sobre placa calefactora per a que la glicerogelatina s'estengui amb més facilitat. Si hem observat una major disposició dels grans de pol.len en els marges de la preparació, és important remenar la glicerogelatina per a dispersar convenientment tots el pol.len. A mesura que l'aigua de la glicerogelatina s'evapora, va augmentant la consistència densa d'aquesta. És detura l'espessiment quan la solidificació sigui l'òptima.
- 7.- Es tanca la preparació amb un cobreobjectes, tenint cura que no quedin bombolles d'aire i que no s'escapin els grans de pol.len pels marges. Quan la glicerogelatina s'ha refredat, es retira la que sobra amb un bisturí i es segella finalment la preparació amb DPX.

És important, abans de practicar les mesures, deixar reposar les preparacions amb el cobreobjectes cap per avall un mínim d'una setmana, per tal d'assegurar una imbibició màxima i uniforme, i evitant, a la vegada, errors en les mesures.

5.2.2.2. Microscòpia Electrònica de Rastreig

a.- MOSTRES EN FRESC

Per a l'estudi de l'ornamentació exterior del pol.len, els grans van ésser observats directament sense cap tractament acetolític previ. Així, les anteres extretes de ciatis de plec d'herbari es dipositen sobre un cobreobjectes de vidre tallat en cercle de 5 mm de diàmetre. Les anteres es trenquen mecànicament amb l'ajut de una vareta de vidre i s'afegeixen dues gotes d'etanol de 96°. Un cop el pol.len alliberat, es renta amb etanol i es retiren les mostres vegetals microscòpiques amb unes pinces fines. A continuació, el pol.len es recull amb una pipeta Pasteur i es diposita sobre un suport de cel.lulosa d'aproximadament 1 cm de diàmetre. Aquesta operació es convenient seguir-la sota la lupa binocular per a assegurar-nos de la presència de pol.len. Anem afegint gotes fins a obtenir la quantitat de pol.len desitjada i, un cop evaporat l'etanol, es munta sobre un portaobjectes metàl.lic (*stub*) amb una gota de plata col.loïdal per a fer possible la transmissió elèctrica. Posteriorment, el material es metal.litza amb or-paladí, utilitzant per a això un metal.litzador de capa fina marca Diode Sputtering Polaron E-5000 del Servei de Microscòpia Electrònica de la Universitat de Barcelona. Per a l'elecció de la duració del recobriment i el seu gruix d'aquest, es van tenir en compte els

comentaris i suggeriments de HIDEUX (1972). Així, les condicions de treball de la metal·lització van ser de 16 mA i 1,3 Kv i 0,1 Torr durant 4 minuts, aconseguint a la fi un recobriment mitjà sobre la mostra de 20-30 nm. Finalment, es conserva al buit fins el moment de la seva observació.

b.- MOSTRES ACETOLITZADES

L'avantatge que presenta l'observació amb el MER de mostres acetolitzades, és una total nitidesa d'imatge, a la vegada que permet visualitzar detalls de l'estructura de l'exina impossibles de veure amb pol·len fresc.

Si bé en un primer moment vàrem pensar en preparar les mostres amb la mateixa pauta descrita per al microscopi òptic, la pèrdua constant del material pol·línic per causa dels successius rentats en alcohol, ha fet convenient procedir a l'acetolisi completa segons el mètode d'ERDTMAN (1969).

El material de partida ha estat recollit directament al camp i fixat en àcid acètic glacial. El procés acetolític s'inicia després de separar les antereres del ciati i dipositar-les en un tub de centrífuga amb àcid acètic, on, amb una vareta de vidre neta, s'aixafen fins extreure'n el màxim nombre de grans de pol·len. Una vegada el pol·len està suspès, comença el tractament que consta dels següents passos:

- 1.- La suspensió de pol·len en àcid acètic glacial es sotmet a un centrifugat a 3000 rpm durant, aproximadament, 5 minuts. Es decanta el líquid sobrenadant i el pol·len queda dipositat en el fons dels tubs de centrífuga.
- 2.- S'afegeix al sediment 5 ml de mescla acetolítica preparada extemporàniament (àcid sulfúric concentrat-anhídrid acètic 1:9). Els tubs de centrífuga es col·loquen en una reixeta metàl·lica inoxidable i s'introdueixen en un bany maria a una temperatura de 80° C durant uns 10 minuts agitant contínuament amb una pipeta Pasteur. Acabat el procés, es deixa refredar fins a temperatura ambient.
- 3.- S'addicionen 5 ml d'àcid acètic glacial amb la finalitat de netejar i eliminar les restes de mescla acetolítica a la vegada que dissol els triacetats de cel·lulosa i es torna a centrifugar (3000 rpm durant 5 minuts) per, finalment, decantar el líquid.
- 4.- S'afegeixen, successivament, sempre després de 5 minuts de centrifugació i de la decantació del líquid anterior, 5 ml d'etanol de 70°, 5 ml d'etanol de 96° i tres vegades amb alcohol absolut fins aconseguir una total deshidratació de la mostra. Aquesta deshidratació progressiva és convenient per a una metal·lització la mostra més eficient.
- 5.- Finalment, es recull el darrer sediment on hi ha el pol·len amb una pipeta Pasteur i es diposita sobre un suport de cel·lulosa rodó on queda adherit el pol·len en secar-se l'alcohol.

Abans d'observar les mostres amb el MER, es munta sobre un portaobjectes metàl·lic amb plata col·loïdal i es metal·litza en el mateix aparell i les mateixes condicions de treball ja descrites per a les mostres en fresc.

c.- FRACTURES DE L'EXINA

Per a l'estudi de l'estructura de l'eporodermis és necessari obtenir, prèviament, fractures de les parets del gra de pol·len. Un dels mètodes més senzill, a la vegada que útil,

és forçar l'acetolisi tot augmentant la temperatura de calefacció i el temps de contacte de la mostra amb la mescla acetolítica. Es possible controlar periòdicament aquest procés, sota el MO fins que el tant per cent de trencament sigui el convenient (20-30%). Posteriorment, es metal·litza la mostra en les condicions abans indicades.

5.2.3. PARÀMETRES ESTUDIATS I TRACTAMENT ESTADÍSTIC.

5.2.3.1. Observacions amb el MO

Tot i que en un primer moment vam començar a fer les mesures dels diversos paràmetres amb un sistema interactiu d'anàlisi d'imatges IBAS ("Interactive Bild Analysis System") del Servei de Microscòpia Electrònica de la Universitat de Barcelona, un primer tempteig confrontant els resultats obtinguts en aquest aparell amb els que s'obtenen al MO, va fer-nos adonar del poc profit pràctic que en treuríem per als nostres propòsits. Altrament, el guany quant a precisió no compensa el fet de disposar, per saturació d'usuaris de l'aparell, d'un menor nombre de poblacions estudiades.

Així, per a obtenir les dades morfobiomètriques al MO hem dibuixat 30 grans de pol·len en tall òptic meridià i 15 grans de pol·len en tall òptic equatorial per a cadascuna de les poblacions estudiades. Els dibuixos s'han fet mitjançant una càmera clara acoblada a un microscopi Nikon Optiphot a x1000 augments.

Els paràmetres mesurats són (figura 5.1) el diàmetre polar (P) i el diàmetre equatorial (E) per a cadascun dels 30 dibuixos obtinguts en tall òptic meridià. A partir d'aquestes mesures hem obtingut la relació P/E que ens indica la forma del gra de pol·len. També hem mesurat en els 15 dibuixos del pol·len en tall òptic equatorial, el diàmetre equatorial (Ee), mesocòpia, apocòpia i gruix de l'exina. El conjunt de mesures obtingut per a cada paràmetre i població, s'ha tractat estadísticament per tal d'obtenir els marges de variació, la mitjana i l'error estàndard. Finalment, s'han fet els mateixos càlculs a nivell específic.

Per a establir el grau d'homogeneïtat dels valors, tant a nivell intra- i interpoblacional com a nivell intra- i interespecífic, així com la possible aplicació dels caràcters morfobiomètrics del pol·len com a possibles discriminants dels diversos tàxons del nostre grup, hem utilitzat el test gràfic de Simpson i Roe (PYLUM & HIDEUX, 1977). Aquest test és un representació gràfica que permet comparar els valors de P i E de les diverses poblacions sobre uns eixos de coordenades (figura 5.4). En abscises es situen les diverses poblacions i en ordenades els valors mètrics expressats en μm dels diàmetres. La línia vertical abarca l'interval de variació de les dades de cada població, la horitzontal que la talla indica on es troba la mitjana i, per últim, la longitud del rectangle assenyala l'interval de confiança per al 95%, que ve expressat segons la formula:

$$I = 2,045 * \sigma / \sqrt{n}$$

On:

$$\sqrt{n} = \text{rel quadrada del total de mesures preses}$$

σ = desviació estàndard.

L'amplada d'aquest rectangle, pel contrari, no té cap significat.

Un cop confeccionat el test, si dos rectangles es sobreposen es considera que els seus valors no difereixen significativament. Pel contrari, si dos rectangles no es solapen s'admet que les dues discrepen significativament.

Per a totes les poblacions estudiades, s'han pres 5 sèries de fotografies dels grans de pol·len (visió polar en tall òptic, apocòlpia, mesocòlpia, visió equatorial en tall òptic i obertura colpar). Les fotografies s'han realitzat amb una càmera Nikon M-35 S acoblada al mateix microscopi, amb una pel·lícula fotogràfica Ilford-FP 4 de 22 ASA.

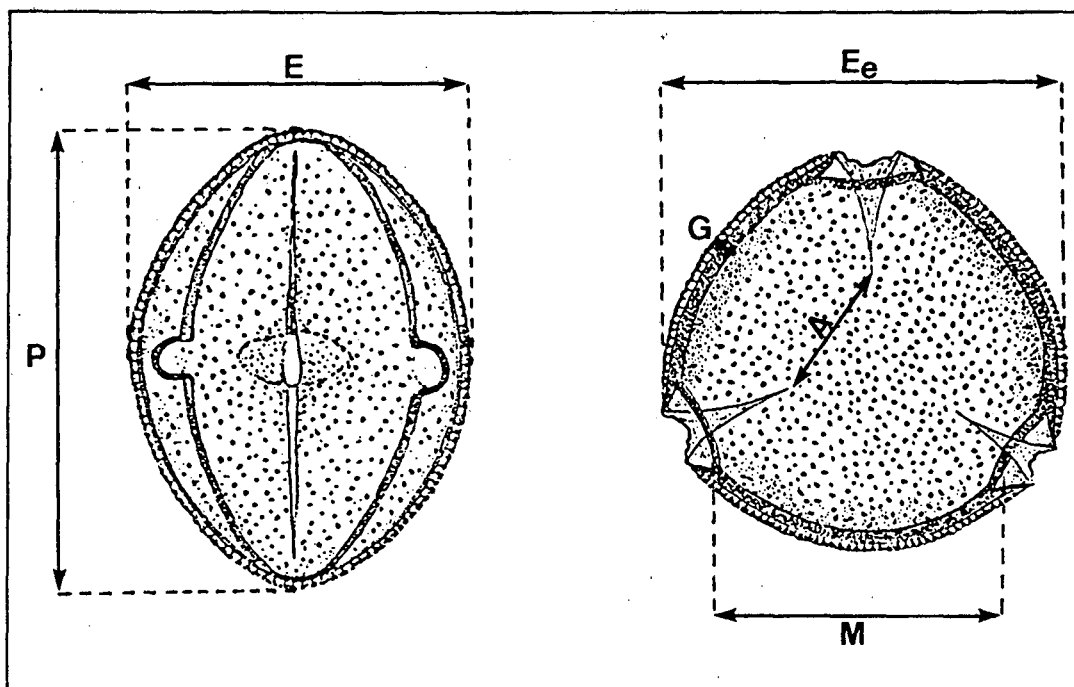


Figura 5.1. PARÀMETRES MESURATS EN EL GRA DE POL·LEN D'*Euphorbia*. (dibuix original de PUNT (1962) modificat). (P) eix polar; (E) eix equatorial en tall òptic meridiana; (E_e) eix equatorial en tall òptic equatorial; (A) apocòlpia; (M) mesocòlpia; (G) gruix de l'exina.

5.2.3.2. Observacions amb el MER

Les mostres s'han observat amb un microscopi Hitachi S-2300 del Servei de Microscòpia Electrònica de la Universitat de Barcelona. Les condicions de treball han estat de 15 Kv i una separació de la mostra de 10 mm. Per a cadascun dels tàxons estudiats s'han realitzat fotografies a x3000 i x15000 augments mitjançant una càmera fotogràfica acoblada al mateix microscopi amb pel·lícula Kodak TMX de 400 ASA i durant un temps d'exposició aproximat de 90 s.

Les observacions s'han fet per un igual, tant a partir de les imatges de la pantalla com a partir de les fotografies realitzades. Bàsicament, ens hem fixat en l'ornamentació de l'exina, forma i dimensions de les perforacions del téctum, l'estructura de l'esperodermis, obertures colpars i marges d'aquestes obertures. També, a partir de les fractures dels grans de pol.len, hem observat la superfície interna de l'endexina.

5.2.4. DESCRIPCIÓ

Les descripcions s'han realitzat seguint, fonamentalment, la nomenclatura utilitzada per ERDTMAN (1969) castellanitzada, posteriorment, per SAENZ (1976, 1978) i posada al dia, recentment pel grup de Terminologia Palinològica (BLACKMORE *et al.*, 1992). També hem tingut en compte, per a l'estructura de l'exina, el criteri de FAEGRI & IVERSEN (1989) i les recomanacions de NILSSON & MULLER (1978). Per a la descripció de la forma, també ha estat utilitzada la nomenclatura de REITSMA (1970). Per últim, per a la descripció de la simetria i polaritat, s'ha considerat la terminologia proposada per FERNÁNDEZ & DíEZ (1990).

5.3. RESULTATS

Hem reunit la totalitat de les dades morfobiomètriques dels tàxons investigats a les taules 5.1 i 5.2. Pel que fa a les diverses representacions gràfiques, hem confeccionat, com ja hem dit, per a P i E, els test de Simpson i Roe (figura 5.4), un diagrama de dispersió simbòlica a partir de les dades de P enfront d' E, per a totes les poblacions estudiades (figura 5.6) i, per últim, un histograma de freqüències intentant comparar les mesures de P de les poblacions diploides amb les de les poblacions tetraploides d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma* (figura 5.5). A les figures 5.2 i 5.3 es troben fotografiades amb el MO tots els tàxons estudiats exceptuant-ne, *E. flavicoma* subsp. *giselae*. Diversos detalls de la morfologia pol.línica del gra de pol.len dels nostres tàxons, es troben fotografiats amb el MER i aplegats a les figures 5.7 i 5.8. Totes aquestes figures ens permetran adonar-nos de fins a quin punt els caràcters pol.línics són, o no són, utilitzables taxonòmicament, la qual cosa serà explicada, com és habitual, en els comentaris que segueixen.

5.3.1. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL POL.LEN. MICROSCOPI ÒPTIC

a.- POLARITAT, SIMETRIA I FORMA

En totes les poblacions estudiades, el gra de pol.len és isopolar, amb els pols convexos i de simetria triradiades. Observats en tall òptic meridià (*cf.* figura 5.2), els grans de pol.len d'*Euphorbia* ofereixen un contorn de circular a triangular-planaperturat. En aquest últim cas, els angles sempre són obtusos i poden presentar els costats del triangle plans o còncaus. En tall òptic equatorial el contorn varia de circular a el.líptic.

Els valors de la relació P/E oscil·len, considerant totes les poblacions estudiades, entre 0,93 i 1,25. Si considerem les mitjanes d'aquests valors per tàxons (cf. taula 5.1), els valors es mouen entre 1,02 per a *E. polygalifolia* subsp. *hirta* i 1,11 per a *E. uliginosa*.

De conformitat amb la classificació establerta per ERDTMAN (1952), en aquests valors de P/E, la forma varia entre oblato-esferoïdal i subprolada, i és aquesta darrera, de llarg, la que predomina (cf. figura 5.2). Això equival a un pol·len lleugerament breviaxe, equiaxe o, més freqüentment, longiaxe i des de subtransvers a erecte.

b.- DIMENSIONS

Les mides obtingudes varien de 46,46 µm per a *E. pyrenaica* i 36,85 µm per a *E. polygalifolia* subsp. *hirta*, de P, i entre 44,32 µm i 36,16 µm per als mateixos tàxons, d'E (cf. taula 5.1). La variabilitat d'aquest paràmetre tant a nivell intrapoblacional com interpoblacional, és força notable, i queda reflectida en les representacions de Simpson i Roe (figures 5.4) on pot observar-se, sovint, que la variació de les mides dins un mateix tàxon és tan important com entre tàxons diferents. En aquest sentit, cal destacar *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* amb valors força dispars correlacionats, en major o menor grau, amb el grau de ploïdia de la població (cf. figura 5.5). L'interval de variació més freqüent correspon a una mida d'entre 33 µm i 50 µm que, comparada amb altres mesures de pol·len d'*Euphorbia* LÓPEZ & DíEZ (1985), correspon a una mida mitjana dins el gènere, a la vegada que, també, és d'una mida mitjana segons la classificació en 6 grups establerta per ERDTMAN (1945). Les mesures d'Ee, M i A s'avenen, pel que fa als tàxons, amb les mides majors i menors de P i d'E.

c.- EXINA

El gruix de l'exina és uniforme en tot el contorn del gra de pol·len, oscil·lant entre 3,42 µm per a *E. dulcis* i 4,40 µm per a *E. pyrenaica* a nivell de la mesocòpia (cf. taula 5.2). Les diferències d'aquest caràcter entre les diverses espècies, són molt febles. L'ectexina sempre és més gran (aproximadament el doble) que l'endexina. En tall òptic, s'observa la presència de columel·les ben definides (cf. figura 5.2) a l'infratèctum, que s'uneixen distalment per a formar un tectum parcial.

d.- OBERTURES

En totes les poblacions estudiades, el gra de pol·len d'*Euphorbia* presenta tres exoobertures allargades (colpus) que recorren el pol·len longitudinalment fins gairebé arribar als pols, però deixant sempre una petita àrea polar. Els colpus tenen l'amplada màxima a la zona equatorial i es van estrenyent cap els extrems acabant amb l'apex més o menys arrodonit (cf. figura 5.8). Com que els colpus estan disposats regularment, els mesocolpis tenen tots la mateixa amplada. La classe de pol·len és, doncs, tricolporat i sinuaperturat amb l'endoobertura formada per un porus lalongat o lalongat.

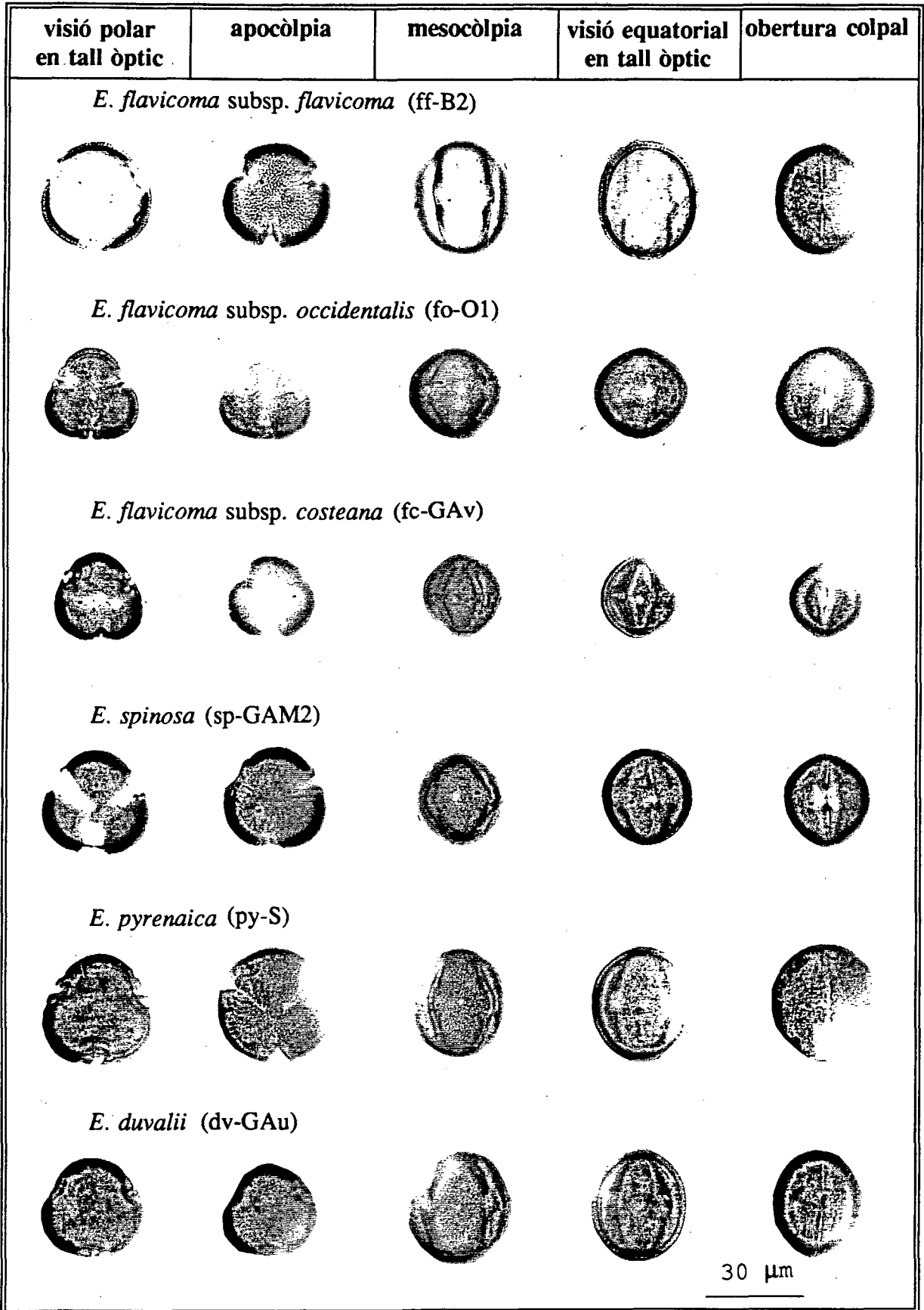


Figura 5.2. CARACTERÍSTIQUES DEL POLLEN D'*Euphorbia* (I)

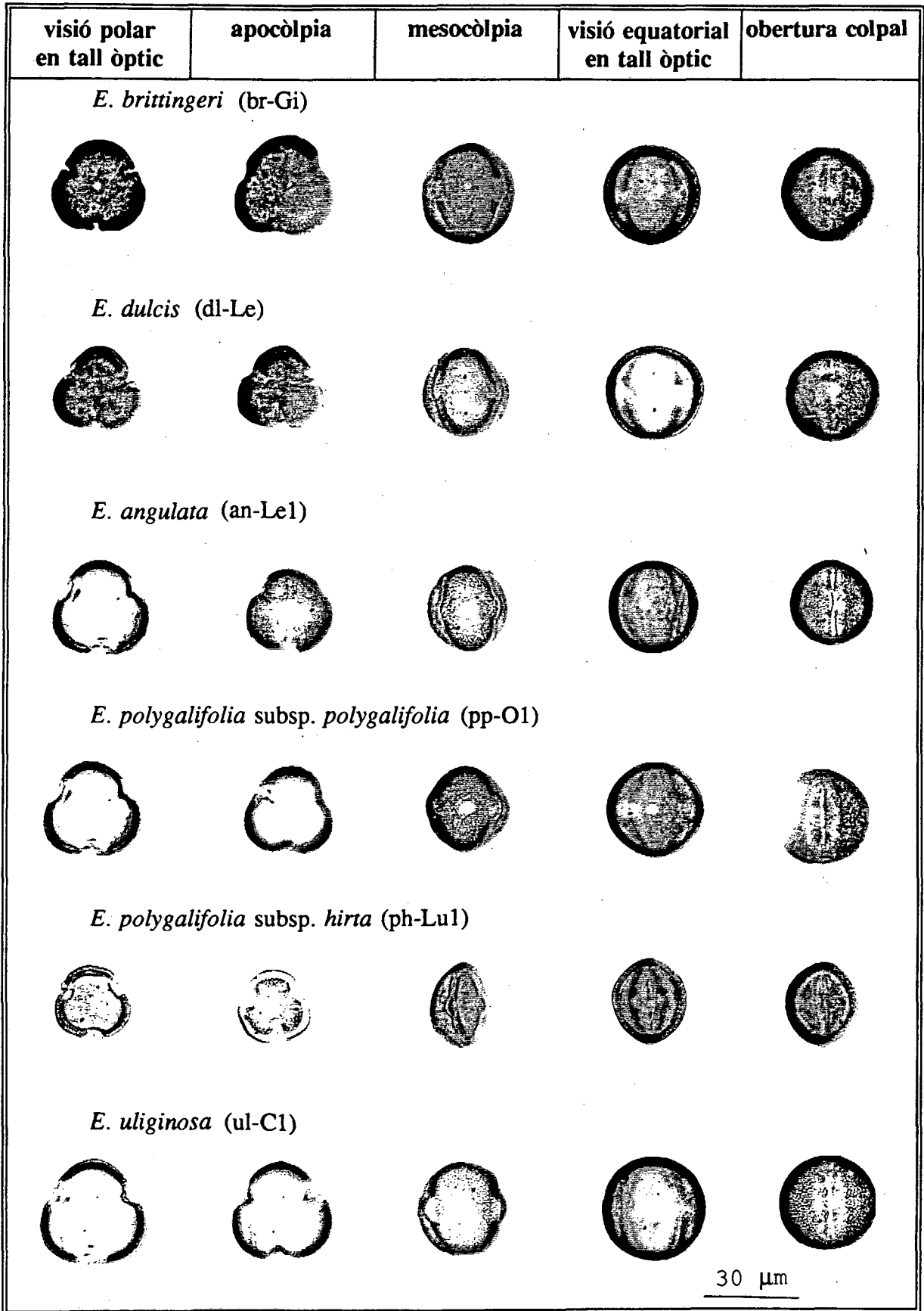


Figura 5.3. CARACTERÍSTIQUES DEL POL·LEN D'*Euphorbia* (II)

Taula 5.1. BIOMETRIA DEL POLLEN D'*Euphorbia* (I)

⁽¹⁾ POBLACIÓ	n	EIX POLAR (P)		EIX EQUATORIAL (E)		REL. P/E	FORMA
		interval	m±ES	interval	m±ES		
ff-T	30	38,83-51,28	45,37±0,47	35,90-43,22	39,63±0,35	1,15	subprolada
ff-Hu	30	38,10-47,62	41,07±0,41	35,90-44,69	40,78±0,35	1,01	subprolada
ff-B1	30	41,76-55,68	48,49±0,65	39,56-51,28	45,30±0,54	1,08	subprolada
ff-B2	30	40,29-54,95	47,23±0,57	32,97-43,96	38,51±0,55	1,24	subprolada
ff-Gi	30	31,50-41,76	37,09±0,38	32,23-39,56	36,12±0,43	1,03	subprolada
ff-GAu1	30	40,29-55,68	48,35±0,62	39,56-49,08	44,79±0,61	1,08	subprolada
ff-GAu2	30	41,76-54,95	47,76±0,58	38,83-50,55	45,23±0,59	1,06	subprolada
ff-GAu3	30	41,03-50,55	45,81±0,47	37,36-49,08	44,35±0,47	1,03	subprolada
	240	31,50-55,68	45,15±0,48	32,23-51,28	41,84±0,52	1,08	subprolada
fo-O1	30	39,56-45,42	42,17±0,29	36,63-42,49	39,24±0,31	1,08	subprolada
fo-O2	30	35,90-48,35	40,78±0,49	32,23-45,42	38,02±0,52	1,07	subprolada
fo-O3	30	32,23-38,10	35,16±0,31	32,97-38,83	36,26±0,24	0,97	oblato-esferoidal
	90	32,23-48,35	39,37±0,37	32,23-45,42	37,84±0,32	1,04	subprolada
fc-GAv	30	33,70-41,03	38,07±0,29	31,50-38,83	35,68±0,33	1,07	subprolada
sp-GAM1	30	36,63-47,62	42,66±0,46	31,50-40,29	36,21±0,33	1,18	subprolada
sp-GAM2	30	35,16-43,96	40,76±0,36	35,16-43,96	39,61±0,36	1,03	subprolada
	60	35,16-47,62	41,71±0,38	31,50-43,96	37,91±0,31	1,10	subprolada
py-GHP	30	37,36-52,75	45,40±0,68	35,90-49,08	42,34±0,61	1,07	subprolada
py-S	30	42,49-52,75	47,08±0,53	39,56-49,08	45,32±0,43	1,04	subprolada
py-Bu	30	41,76-54,21	46,91±0,58	39,56-49,08	45,30±0,44	1,04	subprolada
	90	37,36-54,21	46,46±0,56	35,90-49,08	44,32±0,46	1,05	subprolada
dv-Gau	30	35,90-43,22	39,46±0,41	33,70-42,49	38,68±0,44	1,02	subprolada
dv-GHe	30	42,49-52,75	49,55±0,40	43,22-49,82	47,18±0,31	1,05	subprolada
dv-GAv	30	38,10-47,62	42,83±0,42	37,36-43,22	40,22±0,33	1,07	subprolada
	90	35,90-52,75	43,95±0,34	33,70-49,82	42,03±0,33	1,05	subprolada
br-Hu1	30	40,29-46,15	43,79±0,28	38,10-43,22	40,83±0,23	1,07	subprolada
br-Hu2	30	32,97-45,42	39,41±0,48	32,23-42,49	38,02±0,39	1,04	subprolada
br-Hu3	30	32,97-43,22	38,56±0,42	32,97-40,29	37,48±0,31	1,03	subprolada
br-Hu4	30	33,70-40,29	37,75±0,30	34,43-43,96	37,75±0,37	1,00	subprolada
br-Gi	30	37,36-53,48	45,45±0,83	35,90-46,15	40,93±0,53	1,11	subprolada
br-GAM1	30	29,30-35,15	32,53±0,27	30,77-37,36	34,87±0,27	0,93	oblato-esferoidal
br-GAM2	30	42,49-49,08	45,10±0,33	41,03-47,62	44,00±0,31	1,03	subprolada
	210	29,30-53,48	40,37±0,38	30,77-47,62	39,13±0,29	1,03	subprolada
dl-Le	30	32,97-42,49	38,19±0,34	32,97-41,03	37,02±0,38	1,03	subprolada
an-Le1	30	41,03-49,08	43,69±0,36	30,04-41,03	34,99±0,47	1,25	subprolada
an-Le2	30	33,70-45,42	37,66±0,46	33,70-41,76	37,53±0,43	1,01	subprolada
	60	33,70-49,08	40,67±0,32	30,04-41,76	36,26±0,41	1,12	subprolada
pp-S	30	35,16-42,49	39,02±0,27	34,43-42,49	38,10±0,32	1,03	subprolada
pp-Bu1	30	36,63-46,89	42,30±0,47	35,90-45,42	41,22±0,39	1,03	subprolada
pp-Bu2	30	35,16-47,62	42,42±0,51	32,97-42,49	37,75±0,29	1,12	subprolada
pp-Bu3	30	32,97-41,03	36,46±0,32	32,97-39,56	36,14±0,29	1,01	subprolada
	120	32,97-47,62	40,05±0,36	32,97-45,42	38,30±0,26	1,05	subprolada
ph-O	30	34,43-48,53	40,12±0,57	32,97-41,76	37,83±0,53	1,06	subprolada
ph-Lu1	30	38,10-45,42	40,83±0,36	34,43-42,49	38,78±0,31	1,05	subprolada
ph-Lu2	30	29,30-37,36	32,60±0,45	29,30-38,10	33,70±0,49	0,97	oblato-esferoidal
ph-C2	30	30,77-36,63	33,87±0,29	24,91-36,63	34,33±0,41	0,99	oblato-esferoidal
	120	29,30-48,53	36,85±0,37	24,91-42,49	36,16±0,32	1,02	subprolada
ul-C1	30	38,83-46,89	42,56±0,38	33,70-42,49	38,36±0,28	1,11	subprolada

⁽¹⁾ Els codis de les P.S.E.B. s'indiquen a la taula 2.1.

n = nombre de dades; m = mitjana dels valors; ES = error estàndard. Les mesures són expressades en µm. L'ombrejat indica l'interval total i la mitjana dels valors entre les poblacions d'un mateix tàxon.

Taula 5.2. BIOMETRIA DEL POL·LEN D'*Euphorbia* (II)

POBLACIÓ	n	EIX EQUATORIAL (2)		MESOCÒLPIA		APOCÒLPIA		GRUIX DE L'EXINA	
		Interval	m±ES	Interval	m±ES	Interval	m±ES	Interval	m±ES
ff-T	15	35,16-47,62	39,61±0,84	19,05-27,11	23,44±0,54	10,99-16,12	13,72±0,40	2,93-5,13	4,20±0,13
ff-Hu	15	41,76-47,62	44,88±0,37	27,11-30,77	28,47±0,31	10,99-15,38	13,63±0,32	2,93-3,66	3,47±0,08
ff-B1	15	38,10-50,55	44,98±0,98	20,51-32,23	27,25±0,73	11,72-18,32	14,65±0,52	3,66-5,86	4,93±0,15
ff-B2	15	34,43-43,22	39,61±0,65	23,44±29,30	25,89±0,50	10,99-17,58	13,53±0,45	3,66-5,12	4,59±0,15
ff-Gi	15	34,43-41,03	37,17±0,49	21,25-26,37	23,64±0,36	8,79-13,92	11,33±0,39	2,93-4,39	3,66±0,10
ff-GAu1	15	38,10-48,08	43,37±0,77	21,25-28,47	26,38±0,82	10,99-17,58	14,04±0,37	3,66-5,86	4,89±0,12
ff-GAu2	15	39,63-50,55	43,67±0,68	23,44-30,04	28,05±0,65	10,99-18,32	14,65±0,42	2,93-5,12	4,77±0,11
ff-GAu3	15	40,29-46,89	44,25±0,45	25,64-30,04	27,99±0,33	12,45-16,85	14,31±0,31	3,66-5,12	4,64±0,11
	120	34,43-50,55	42,19±0,68	21,25-30,04	26,39±0,42	8,79-18,32	13,73±0,34	2,93-5,86	4,39±0,12
fo-O1	15	35,16-40,29	38,68±0,37	19,78-25,64	23,88±0,34	10,99-17,58	13,72±0,44	3,66-4,39	3,91±0,09
fo-O2	15	33,70-41,76	37,12±0,65	19,05-24,18	21,98±0,35	10,99-16,12	13,97±0,37	2,93-3,66	3,42±0,09
fo-O3	15	32,23-38,83	36,04±0,46	19,78-24,91	22,17±0,30	10,26-14,65	12,26±0,37	2,93-4,40	3,71±0,08
	45	32,23-41,76	37,28±0,48	19,05-25,64	22,68±0,29	10,26-17,58	13,32±0,33	2,93-4,40	3,68±0,08
fc-GAv	15	32,97-38,83	35,60±0,37	20,51-24,91	22,37±0,30	12,45-16,85	14,36±0,38	2,93-4,40	3,66±0,07
sp-GAM1	15	35,16-39,56	36,63±0,30	21,25-27,84	24,27±0,50	10,26-18,32	12,80±0,47	2,93-4,39	3,66±0,07
sp-GAM2	15	35,90-43,22	39,46±0,51	20,51-28,57	24,13±0,55	10,99-17,58	12,99±0,46	2,93-4,39	3,66±0,12
	30	35,16-43,22	38,04±0,37	20,51-28,57	24,20±0,47	10,26-18,32	12,90±0,41	2,93-4,39	3,66±0,09
py-GHP	15	42,49-47,62	44,44±0,39	27,11-31,50	28,96±0,38	13,92-17,58	15,73±0,30	2,93-5,81	4,20±0,21
py-S	15	42,49-46,89	45,03±0,37	27,11-30,77	29,11±0,27	13,19-16,85	15,34±0,29	2,93-5,86	4,59±0,24
py-Bu	15	42,49-47,62	44,98±0,40	27,11-30,04	29,06±0,25	13,19-16,85	15,09±0,27	2,93-5,86	4,40±0,24
	45	42,49-47,62	44,82±0,33	27,11-31,50	29,04±0,33	13,19-17,58	15,38±0,23	2,93-5,86	4,40±0,17
dv-Gau	15	36,63-41,03	39,90±0,28	22,71±27,84	25,93±0,45	12,45-16,85	14,51±0,29	2,93-4,39	3,76±0,09
dv-GHe	15	44,69-49,82	47,13±0,44	27,84-32,23	29,60±0,41	15,38-20,51	17,34±0,32	3,66-5,12	4,25±0,12
dv-GAv	15	36,63-40,29	38,44±0,33	22,71-27,11	24,37±0,26	12,45-17,58	15,29±0,34	3,66-4,40	3,91±0,09
	45	36,63-49,82	41,82±0,37	22,71-32,23	26,63±0,38	12,45-20,51	15,71±0,36	2,93-5,12	3,97±0,08
br-Hu1	15	35,90-43,96	40,73±0,61	22,71-29,30	25,84±0,47	12,45-18,32	15,38±0,47	2,93-4,39	3,91±0,11
br-Hu2	15	29,30-43,22	36,83±1,07	19,05-27,84	23,70±0,78	10,26-16,85	13,68±0,41	2,93-4,39	3,61±0,11
br-Hu3	15	29,30-41,03	36,87±0,66	19,78-28,57	23,74±0,46	8,79-15,38	12,70±0,45	2,93-4,39	3,61±0,11
br-Hu4	15	34,43-42,49	38,19±0,62	21,98-27,11	24,66±0,38	7,33-15,38	12,06±0,52	2,93-3,66	3,03±0,06
br-Gi	15	36,63-44,69	40,00±0,58	21,98-29,30	25,10±0,48	10,99-16,85	13,63±0,43	3,66-5,12	4,10±0,12
br-GAM1	15	32,97-37,36	34,63±0,34	19,78-24,91	22,42±0,38	10,99-14,65	12,41±0,27	3,66-4,39	4,25±0,08
br-GAM2	15	40,29-46,89	43,47±0,56	24,91-28,57	26,81±0,28	11,72-19,05	14,85±0,43	3,66-5,12	4,30±0,15
	105	29,30-46,89	38,67±0,51	19,78-29,30	24,61±0,36	7,33-19,05	13,53±0,34	2,93-5,12	3,83±0,10
dl-Le	15	32,97-37,36	35,31±0,39	20,51-25,64	22,81±0,37	11,72-15,38	13,33±0,40	2,93-3,66	3,42±0,11
an-Le1	15	35,16-46,89	40,73±0,65	23,44-30,77	25,93±0,45	10,99-15,38	13,14±0,25	2,93-3,66	3,42±0,09
an-Le2	15	32,23-42,49	38,19±0,71	20,51-29,30	25,15±0,59	10,99-17,58	14,07±0,44	2,93-4,40	3,71±0,42
	30	32,23-46,89	39,46±0,62	20,51-30,77	25,54±0,48	10,99-17,58	13,66±0,32	2,93-4,40	3,56±0,08
pp-S	15	35,90-40,29	38,44±0,32	21,25-27,11	23,64±0,36	13,19-17,58	14,26±0,32	3,66-5,12	4,40±0,10
pp-Bu1	15	34,43-46,15	40,19±0,84	21,25-27,84	24,59±0,52	12,45-17,58	15,02±0,49	3,66-5,12	4,66±0,12
pp-Bu2	15	36,63-45,42	41,42±0,57	21,98-29,30	26,28±0,43	10,99-17,58	14,11±0,43	3,66-5,12	4,00±0,12
pp-Bu3	15	30,77-38,10	34,68±0,59	19,78-25,64	22,71±0,47	10,99-13,92	12,75±0,26	2,93-4,40	3,52±0,10
	60	30,77-46,15	38,68±0,62	19,78-29,30	24,30±0,39	10,99-17,58	14,03±0,35	2,93-5,12	4,14±0,08
ph-O	15	35,90-41,03	38,78±0,37	21,98-27,84	24,47±0,38	11,72-16,85	14,26±0,37	3,66-5,12	4,35±0,11
ph-Lu1	15	35,90-41,76	38,83±0,47	21,98-26,37	24,22±0,37	12,45-17,58	15,14±0,39	3,66-5,12	4,25±0,12
ph-Lu2	15	27,84-36,63	33,80±0,64	19,05-24,18	21,73±0,33	10,26-19,05	13,43±0,64	2,93-3,66	3,27±0,09
ph-C2	15	31,50-35,90	33,50±0,33	17,58-23,44	20,71±0,42	10,99-16,12	12,99±0,34	2,93-4,40	3,76±0,37
	60	27,84-41,76	36,22±0,41	17,58-27,84	22,78±0,35	10,26-19,05	13,95±0,38	2,93-5,12	3,90±0,09
ul-C1	15	36,63-45,42	40,44±0,49	22,71-27,11	25,01±0,36	12,45-18,32	14,85±0,37	2,93-4,40	3,96±0,12

(1) Els codis de les P.S.E.B. s'indiquen a la taula 2.1.

n = nombre de dades; m = mitjana dels valors; ES = error estàndard. Les mesures són expressades en µm. L'ombrejat indica l'interval total i la mitjana dels valors entre les poblacions d'un mateix tàxon. Eix equatorial (2) = eix equatorial en tall òptic equatorial.

5.3.2. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL POL·LEN. MICROSCOPI ELECTRÒNIC DE RASTREIG.**a.- ORNAMENTACIÓ DE L'EXINA**

En el gra de pol·len acetolitzat, s'observa amb el MER com el tèctum presenta, segons el tàxon estudiat, unes perforacions que van de tectada-perforada fins a reticulada-rugulada tot passant pels estats intermedis com són microreticulada i microreticulada-rugulada (cf. figura 5.7). Aquestes perforacions es distribueixen regularment per l'apocòlpia i mesocòlpia i no són observables en pol·len fresc ja que són obturades per unes substàncies lipídiques, anomenades genèricament "pollen coat". La mida de les perforacions varia en funció del tàxon observat des de 0,35 μm fins a 2,1 μm , mentre que la densitat d'aquestes perforacions, oscil·la entre 112-148 per 100 μm^2 . No s'observa en cap cas elements suprategicals tipus espínules o grànuls.

b.- ESTRUCTURA INTERNA DE L'EXINA.

Les fractures del pol·len ens han permès estudiar l'estructura interna de l'exina. L'ectexina és generalment força gruixuda amb el tèctum recte i normalment tan o més gruixut que l'endexina. Les columel·les són rectes, curtes, gruixudes, molt agrupades i compactes i rarament ramificades. L'endexina és força homogènia i prima si n'exceptuem les zones aperturals.

c.- OBERTURES COLPARS.

Les obertures colpars s'observen ben definides, de forma allargada, amb marges aperturals ben delimitats i netament engruixits en la zona del porus (cf. figura 5.8). La membrana apertural és fortament rugosa, constituïda per elements granulosos que tendeixen a la coalescència fins a formar berrugues irregulars i desordenades.

5.3.3. Descripció dels grans de pol·len de cada tàxon.

A continuació agrupem els resultats palinològics per a cadascuna de les estirps estudiades, indicant, en cada cas, la forma del gra de pol·len, obertures, marge i membrana colpals, així com les mesures de l'eix polar, eix equatorial (ambdós amb l'interval i l'error estàndard de la mitjana), relació d'aquests dos eixos i les magnituds aproximades de la mesocòlpia, apocòlpia i gruix de l'exina, assenyalant, per últim, la forma, tipus i dimensions dels elements esculturals que conformen l'ornamentació de l'exina.

E. flavicoma subsp. *flavicoma*. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures predominantment lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granulosos; eix polar de 31,50-55,68 μm ($45,15 \pm 0,48 \mu\text{m}$), eix equatorial de 32,23-51,28 μm ($41,84 \pm 0,52 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,08, mesocòlpia de

26,39 μm , apocòlpi de 13,73 μm i gruix de l'exina de 4,39 μm ; exina contínuament perforada, de tectada-perforada a microreticulada, densitat de les perforacions de 112-124 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 0,45-0,65 μm .

E. flavicoma subsp. *occidentalis*. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, d'oblato-esferoïdals a subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures generalment lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granulosos; eix polar de 32,23-48,35 μm ($39,37 \pm 0,37 \mu\text{m}$), eix equatorial de 32,23-45,42 μm ($37,84 \pm 0,32 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,04, mesolcòlpi de 22,68 μm , apocòlpi de 13,32 μm i gruix de l'exina de 3,68 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, de microreticulada a microreticulada-rugulada, densitat de les perforacions de 120-130 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades 0,9-1,5 X 0,35-0,50 μm .

E. flavicoma subsp. *costeana*. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures generalment lalongades i membrana apertural marcadament rugosa amb elements granulosos que tendeixen a la coalescència; eix polar de 33,70-41,03 μm ($38,07 \pm 0,29 \mu\text{m}$), eix equatorial de 31,50-38,83 μm ($35,68 \pm 0,33 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,07, mesolcòlpi de 22,37 μm , apocòlpi de 14,36 μm i gruix de l'exina de 2,93 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, microreticulada, densitat de les perforacions de 115-128 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 1,2-1,6 X 0,40-0,55 μm .

E. spinosa. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures de lolongades a lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granulosos; eix polar de 35,16-47,62 μm ($41,71 \pm 0,38 \mu\text{m}$), eix equatorial de 31,50-43,96 μm ($37,91 \pm 0,31 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,10, mesolcòlpi de 24,20 μm , apocòlpi de 12,90 μm i gruix de l'exina de 2,93 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, de tectada-perforada a microreticulada, densitat de les perforacions de 122-134 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 0,35-0,50 μm .

E. pyrenaica. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures predominantment lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granulosos; eix polar de 35,16-54,21 μm ($46,46 \pm 0,56 \mu\text{m}$), eix equatorial de 35,90-49,08 μm ($44,32 \pm 0,46 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,05, mesolcòlpi de 29,04 μm , apocòlpi de 15,38 μm i gruix de l'exina de 4,40 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, reticulada-rugulada, densitat de les perforacions de 125-138 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 0,8-1,8 X 0,35-0,50 μm .

E. duvalii. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures de lolongades a lalongades i membrana apertural fortament rugosa amb elements granulosos agrupats formant berrugues d'aspecte irregular; eix polar de 35,90-52,75 μm ($43,95 \pm 0,34 \mu\text{m}$), eix equatorial de 33,70-49,82 μm ($42,03 \pm 0,33 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,05, mesolcòlpi de 26,63 μm , apocòlpi de 15,71 μm i gruix de l'exina de 3,97 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, de perforada a microreticulada,

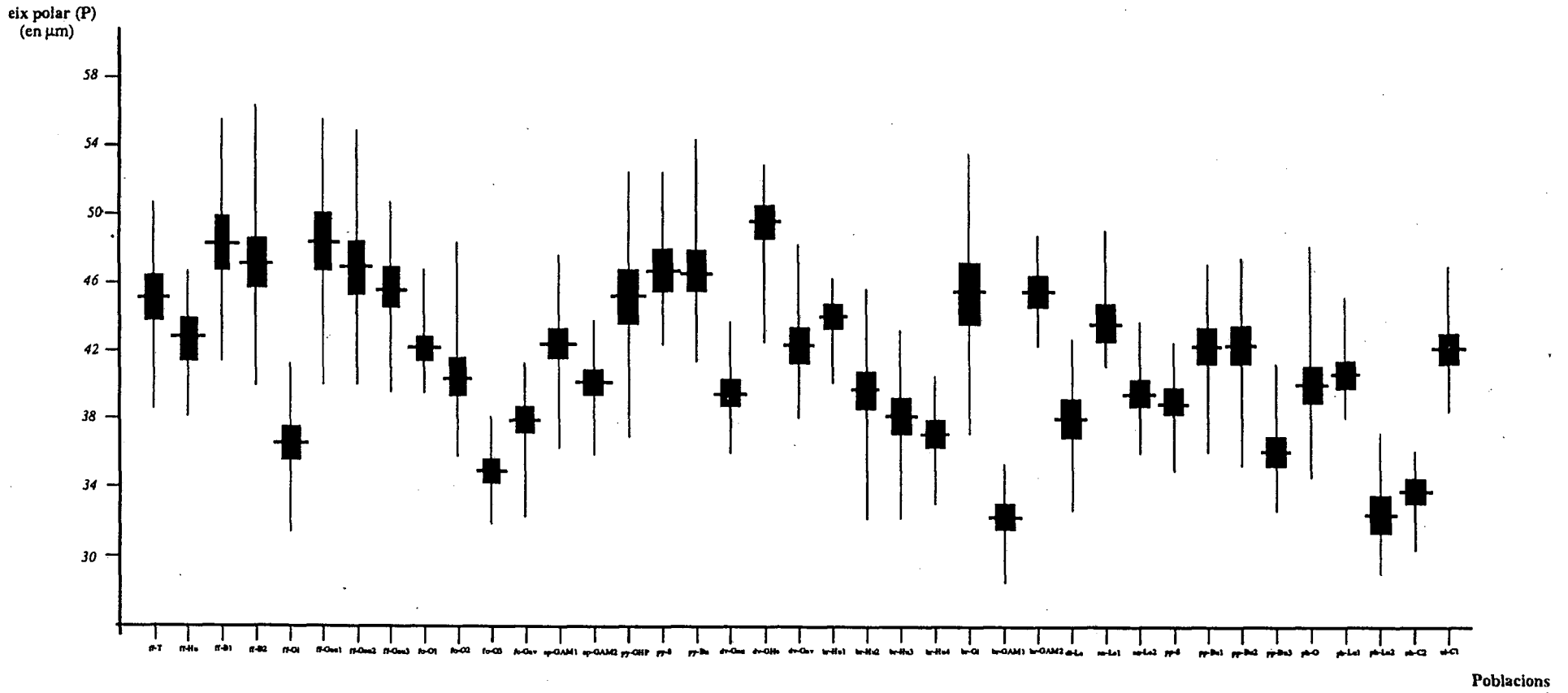


Figura 5.4. REPRESENTACIÓ DELS RESULTATS DEL TEST DE SIMPSON & ROE PER L'EIX POLAR (P).

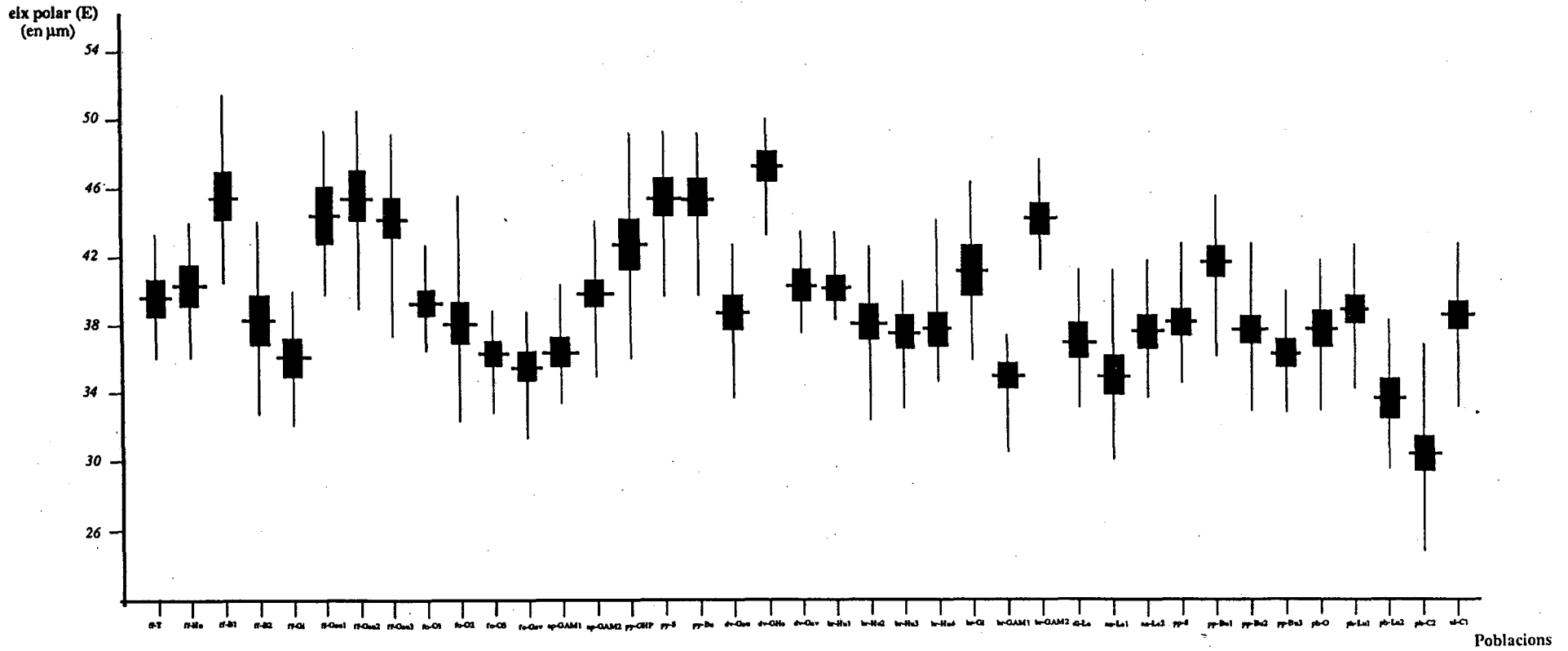


Figura 5.4. REPRESENTACIÓ DELS RESULTATS DEL TEST DE SIMPSON & ROE PER L'EIX EQUATORIAL (E).

densitat de les perforacions de 128-148 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 0,6-1,2 X 0,35-0,45 μm .

E. brittingeri. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures predominantment lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granulosos; eix polar de 29,30-53,48 μm ($40,37 \pm 0,38 \mu\text{m}$), eix equatorial de 30,77-47,62 μm ($39,13 \pm 0,29 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,03, mesolcòlpia de 24,61 μm , apocòlpia de 13,53 μm i gruix de l'exina de 3,83 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, de perforada a microreticulada, densitat de les perforacions de 112-122 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 0,8-1,4 X 0,45-0,45 μm .

E. dulcis. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures de lalongades a lalongades i membrana apertural lleugerament rugosa amb elements granulosos; eix polar de 32,97-42,49 μm ($38,19 \pm 0,34 \mu\text{m}$), eix equatorial de 32,97-41,03 μm ($37,02 \pm 0,38 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,03, mesolcòlpia de 22,81 μm , apocòlpia de 13,33 μm i gruix de l'exina de 3,42 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, de microreticulada a microreticulada-rugulada, densitat de les perforacions de 115-125 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 0,9-1,6 X 0,35-0,55 μm .

E. angulata. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures de lalongades a lalongades i membrana apertural lleugerament rugosa amb elements granulosos; eix polar de 33,70-49,08 μm ($40,67 \pm 0,32 \mu\text{m}$), eix equatorial de 30,04-41,76 μm ($36,26 \pm 0,41 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,12, mesolcòlpia de 25,54 μm , apocòlpia de 13,63 μm i gruix de l'exina de 3,56 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, de microreticulada a microreticulada-rugulada, densitat de les perforacions de 112-124 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 0,8-1,5 X 0,40-0,50 μm .

E. polygalifolia subsp. *polygalifolia*. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures predominantment lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granulosos; eix polar de 32,97-47,62 μm ($40,05 \pm 0,36 \mu\text{m}$), eix equatorial de 32,97-45,42 μm ($38,30 \pm 0,26 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,05, mesolcòlpia de 24,30 μm , apocòlpia de 14,03 μm i gruix de l'exina de 4,14 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, de tectada-perforada a microreticulada, densitat de les perforacions de 120-134 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 1,5-2,0 X 0,40-0,55 μm .

E. polygalifolia subsp. *hirta*. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, d'oblato-esferoïdals a subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures predominantment lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granulosos; eix polar de 29,30-48,53 μm ($36,85 \pm 0,37 \mu\text{m}$), eix equatorial de 24,91-42,49 μm ($36,16 \pm 0,32 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,02, mesolcòlpia de 22,78 μm , apocòlpia de 13,95 μm i gruix de l'exina de 3,90 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, reticulada-rugulada, densitat de les perforacions de 122-138 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 1,4-2,1 X 0,55-0,65 μm .

E. uliginosa. Grans de pol·len isopolars, de simetria triradiada, subprolats, tricolporats, sinuaperturats, obertures de lolongades a lalongades i membrana apertural rugosa amb elements granuloses; eix polar de 38,83-46,89 μm ($42,56 \pm 0,38 \mu\text{m}$), eix equatorial de 33,70-42,49 μm ($38,36 \pm 0,28 \mu\text{m}$), relació d'eixos 1,11, mesocòpia de 25,01 μm , apocòpia de 14,85 μm i gruix de l'exina de 3,96 μm ; exina contínuament perforada en tota la seva superfície, reticulada-rugulada, densitat de les perforacions de 128-140 per 100 μm^2 amb dimensions aproximades de 1,0-2,0 X 0,35-0,55 μm .

5.4. DISCUSSIÓ

A partir de l'anàlisi dels resultats obtinguts, podem apreciar com la morfologia pol·línica en els diversos tàxons estudiats ha resultat ser bastant homogènia, de manera que no és possible advertir diferències significatives per a separar els conjunt de tàxons investigats en aquesta Memòria. En aquest sentit cal assenyalar que els nostres resultats coincideixen bàsicament amb els aconseguits per la majoria d'autors en estudis previs sobre el pol·len d'*Euphorbia*.

Els grans de pol·len dels tàxons estudiats són tricolporats, de simetria radial, de subprolado a oblado-esferoïdals (0,93 - 1,25), trilobats en visió polar, P = 29,30 - 55,68 μm , E = 24,91 - 51,28 μm , mesocòpia = 17,58 - 32,23 μm , apocòpia = 7,33 - 20,51 μm , gruix de l'exina = 2,20 - 5,86 μm , exina de tectada-perforada a reticulada-rugulada, amb els marges aperturals ben desenvolupats i obertures lolongades o lalongades.

Els resultats de la distribució i dispersió de les dimensions dels grans de pol·len expressats de manera visual i sintètica mitjançant els tests gràfics de Simpson i Roe pels eixos P i E (cf. figura 5.4), demostren la gran variabilitat d'aquest paràmetre tant intrapoblacionalment com a nivell de les diverses poblacions d'un mateix tàxon. A la vista d'aquests resultats, podem concloure que ens trobem davant d'un grup estenopol·línic atesa la gran heterogeneïtat intraespecífica i el fort solapament entre els diversos tàxons per a ambdós paràmetres. Tot i així, és possible apreciar una tendència a una major mida en *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* i *E. pyrenaica*, mentre que *E. polygalifolia* subsp. *hirta* presenta els pòl·lens més petits, sense que això sigui, ni molt menys, un caràcter suficient per a separar cap dels tàxons esmentats. Cal destacar els marges de variació elevats de les poblacions d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, que es tradueix, a la vegada, amb una desviació estàndard igualment elevada. Aquest aspecte, que per altra banda coincideix amb l'extrema plasticitat morfològica demostrada per aquest tàxon (vg. capítols 3, 4 i 6), es deu, com a mínim en part, a que aquest tàxon pot ser diploide o tetraploide (vg. capítol 7). Així, hom pot deduir, a partir dels histogrames de freqüència i de la corba normal ajustada, per a ambdós nivells de ploïdia (cf. figura 5.5), que existeix una certa relació entre un nivell de ploïdia superior i l'augment de les dimensions del gra de pol·len. Tot amb tot, el solapament dels histogrames és prou manifest i cal ajudar-se d'un tractament matemàtic per tal de poder evidenciar clarament aquestes diferències.

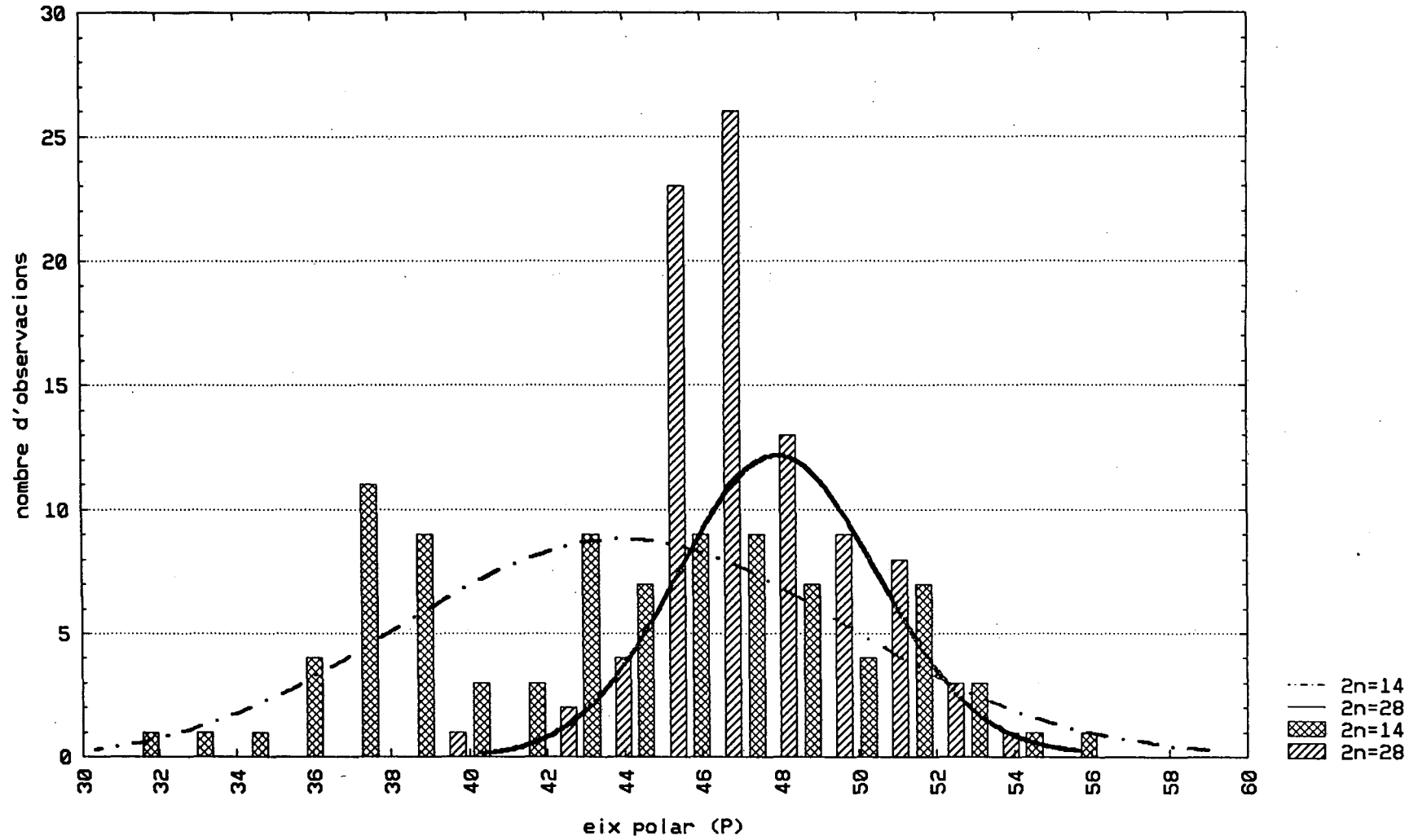


Figura. 5.5. Histograma de freqüències dels valors de l'eix polar (P) a la mostra de les poblacions diploides ($2n=14$) i tetraploides ($2n=28$) d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma*. S'hi ha sobreimprès una corba normal calculada a partir de les dades originals.

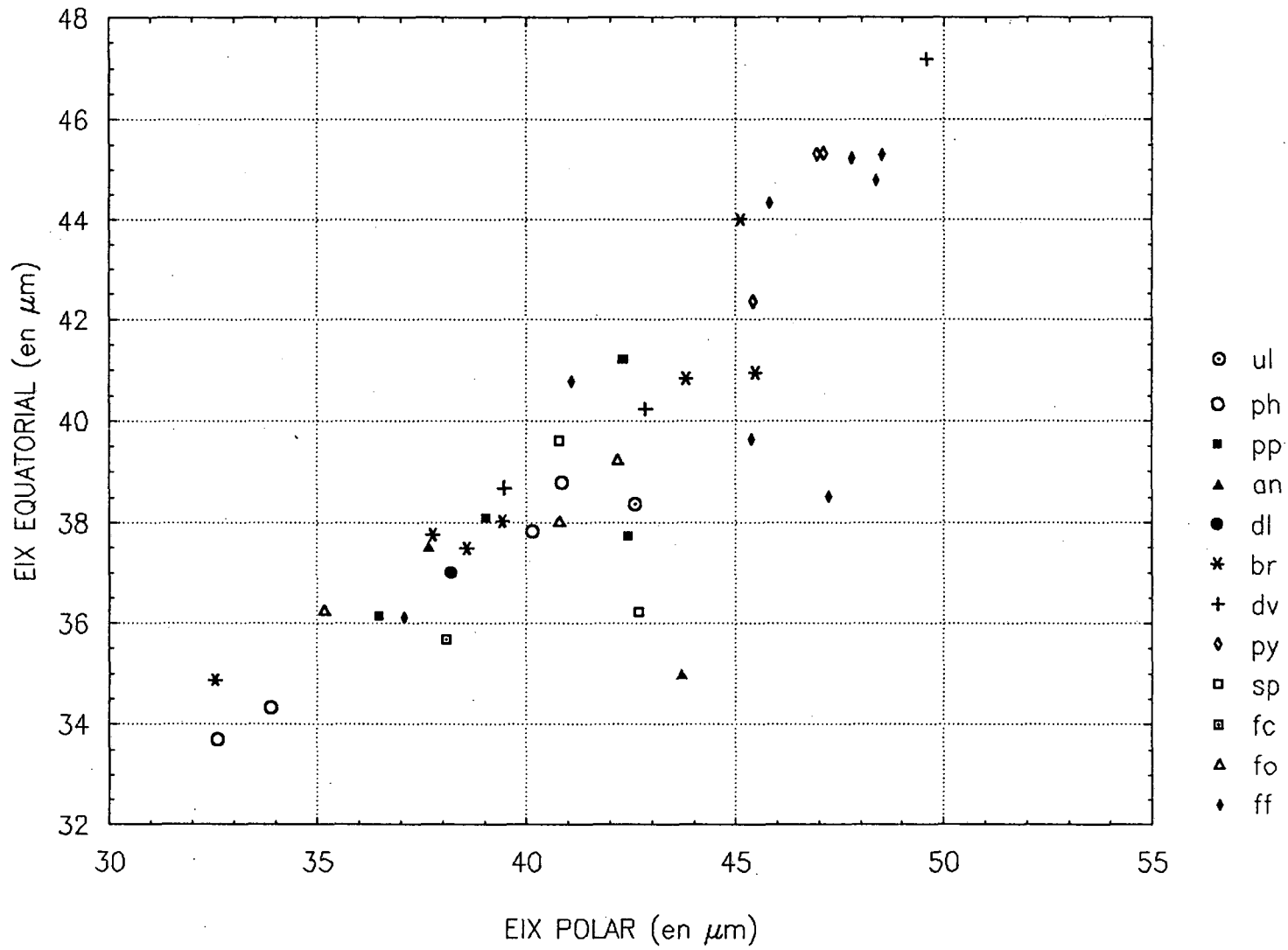
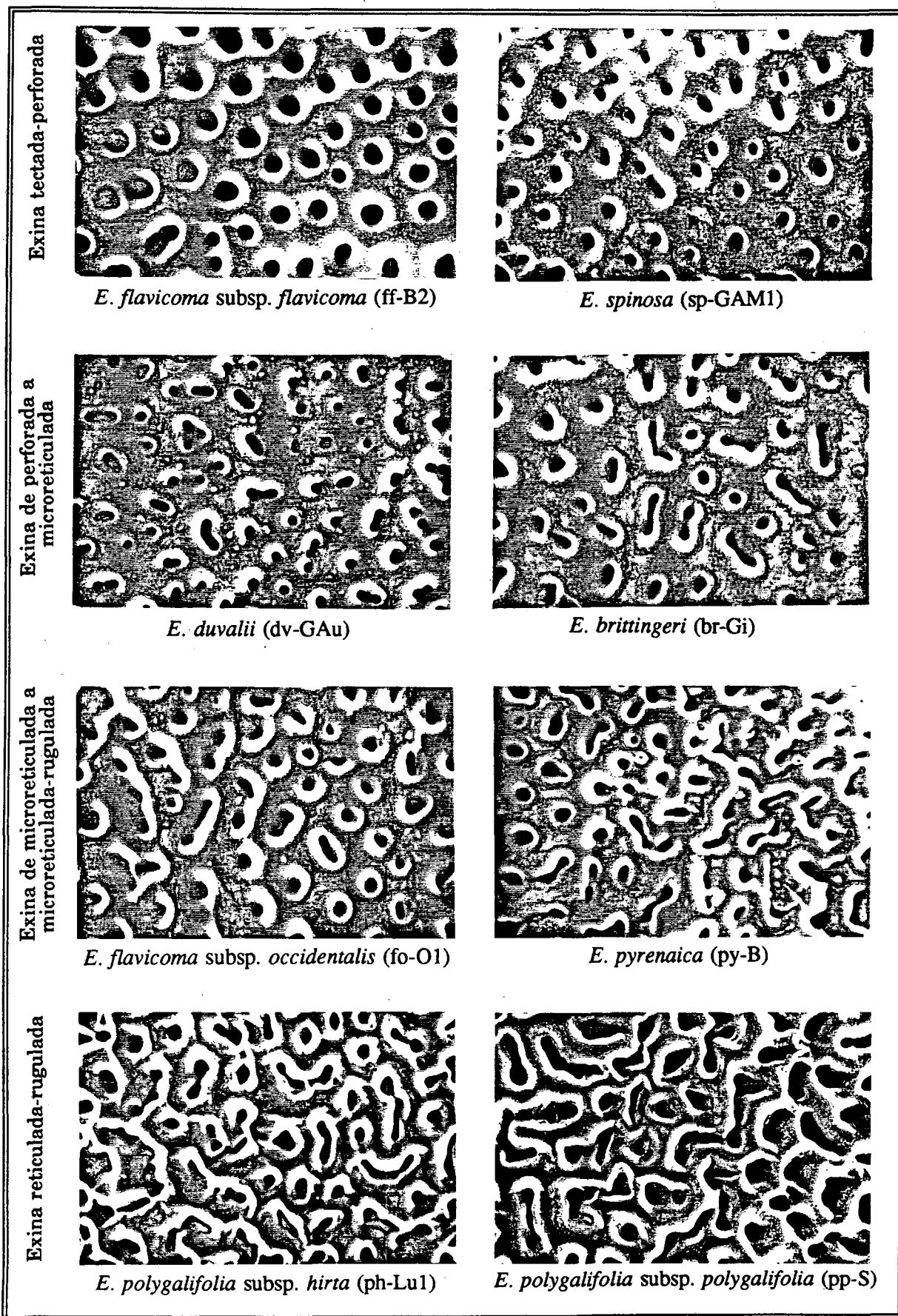


Figura 5.6. DIAGRAMA DE DISPERSIÓ SIMBÒLICA DELS VALORS P i E.

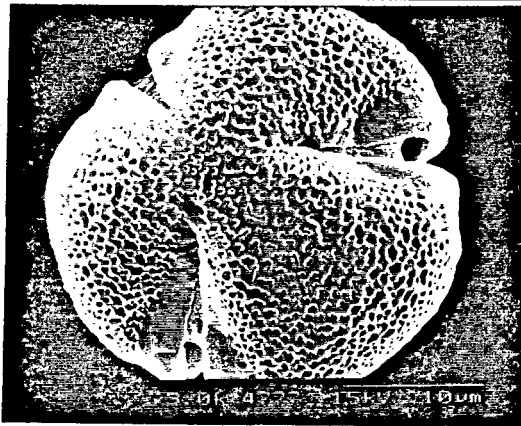
La forma és constantment subprolada per a tots els tàxons si n'exceptuem *E. polygalifolia* subsp. *hirta*, amb una alta proporció de grans de pol·len de forma oblado-esferoïdal. Cal, però, ser molt prudents a l'hora de considerar aquest paràmetre, ja que sovint els valors de la relació P/E es troben en el límit i petites variacions de P o E poden alterar-ne la forma.

L'ornamentació de l'exina ha estat utilitzada per SUÁREZ-CERVERA *et al.* (1990b) per a discriminar alguns tàxons de la secció *Balsamis* Webb. & Berth, a la vegada que permet descriure diferents tipus pol·línics. En el nostre cas, aquest és l'únic paràmetre pol·línic que manifesta una certa estabilitat intraespecífica permetent, així, observar diferències entre alguns dels nostres tàxons. Hem observat (*cf.* figura 5.7) una estructura de l'exina tectada-perforada en *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* i *E. spinosa*; exina de perforada a microreticulada en *E. brittingeri* i *E. duvalii*; exina de microreticulada a microreticulada-rugulada en *E. flavicoma* subsp. *occidentalis*, *E. dulcis* i *E. angulata* i reticulada-rugulada en *E. pyrenaica*, ambdós tàxons d'*E. polygalifolia* i *E. uliginosa*. Seguint la proposta de WALKER (1974), es possible una interpretació evolutiva del pol·len d'aquest grup tenint en compte que l'exina perforada es considera més primitiva que la rugulada, més evolucionada. Aquest aspecte coincideix amb la tendència evolutiva establerta en d'altres apartats (*cf.* capítol 6). Per altra banda, PUNT (1986) considera que l'estructura de l'exina pot estar estretament relacionada amb les condicions mediambientals on habita una determinada planta. Si tenim en compte que el gra de pol·len conté en el seu nucli el material genètic, és lògic pensar en una protecció del pol·len durant un viatge que el fa vulnerable fins el seu destí final. Així, durant la pol·linització, el gra de pol·len està exposat a una extrema deshidratació. L'estructura de l'exina és, en aquest sentit, fonamental, ja que si les perforacions són més petites, l'evaporació serà menor i la protecció contra condicions climàtiques seques, més efectiva. Aquest possible lligam entre el microclima i l'ornamentació de l'exina és fàcilment observable en els nostres tàxons. Els tàxons que habiten habitats més secs (*E. flavicoma* subsp. *flavicoma* i *E. spinosa*) són els que tenen una estructura de l'exina tectada-perforada amb lúmens, conseqüentment, més petits. En canvi, *E. polygalifolia* i *E. uliginosa*, ambdues espècies pròpies de llocs més humits, tenen una ornamentació de l'exina microreticulada.

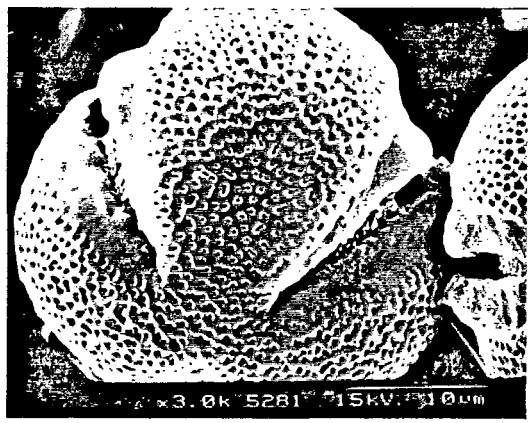


4 μm

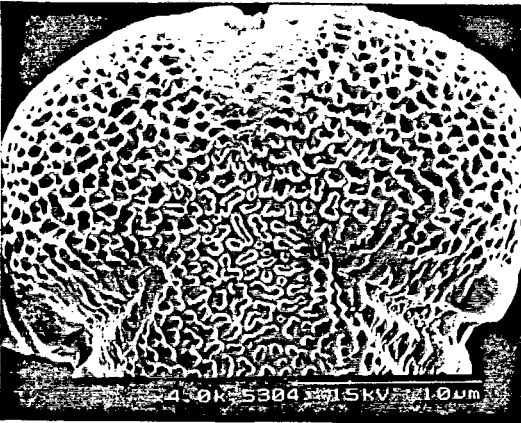
Figura 5.7. ORNAMENTACIÓ DE L'EXINA A LA ZONA EQUATORIAL INTERCOLPAL.



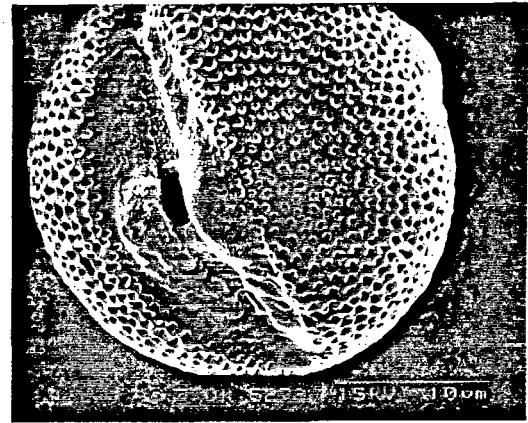
E. duvalii (dv-GAu)



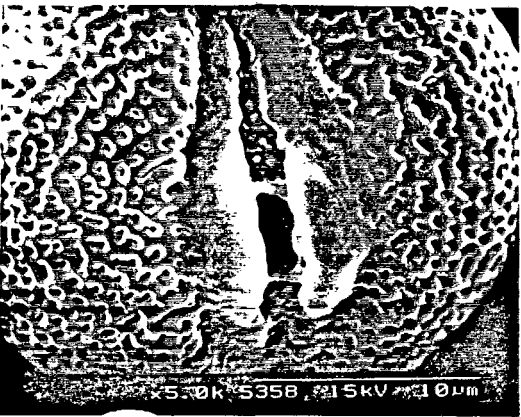
E. flavicoma subsp. *occidentalis* (fo-O1)



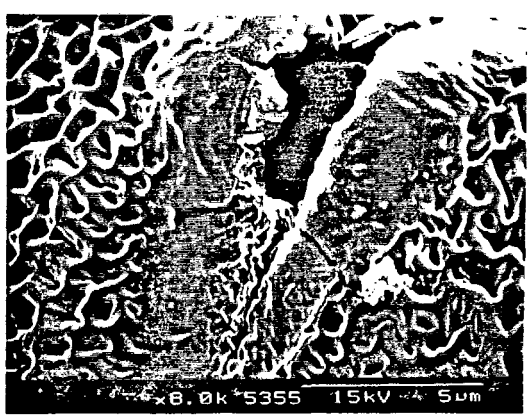
E. polygalifolia subsp. *polygalifolia* (pp-S)



E. brittingeri (br-Gi)



E. flavicoma subsp. *flavicoma* (ff-B2)



E. polygalifolia subsp. *hirta* (ph-Lu1)

Figura 5.8. MORFOLOGIA DELS GRANS DE POLLEN AL MER.

6. MORFOLOGIA DE LES CÀPSULES I LES GRANES

6.1. MORFOLOGIA DE LES CÀPSULES

6.1.1. INTRODUCCIÓ

En la major part d'*Euphorbiaceae* el fruit és una càpsula septada. Un cop madura, la càpsula es divideix al llarg dels septes en diferents parts monospermes (mericarps) que, a la vegada, s'obren per una sutura dorsal. Aquest tipus de càpsula s'anomena regma o esquizocarp (TAKHTAJAN, 1991). En el gènere *Euphorbia*, aquest esquizocarp trilobular es coneix com tricoca. Aquesta tricoca posseeix, doncs, una dehiscència septicida i septífraga, de la qual es separen finalment tres mericarps amb dehiscència loculicida (figures 6.1.A i 6.1.B). Dins la secció *Helioscopia*, únicament es coneix *E. cybirensis* Boiss. i *E. akenocarpa* Guss. amb fruit indehiscent.

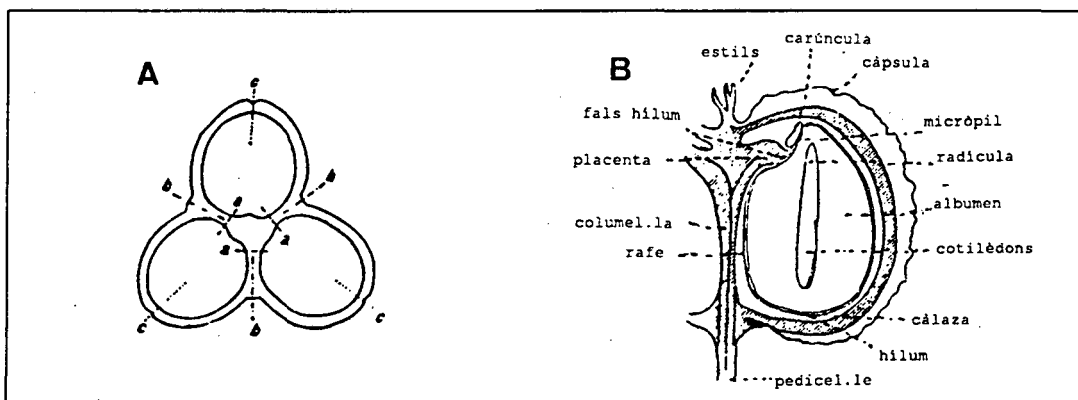


Figura 6.1. A.- Dehiscència de la càpsula d'*Euphorbia* (segons VINDT, 1953).

a:fenedures septífragues b:fenedures septicides c:fenedures loculicides

B.- Secció longitudinal d'un esquizocarp d'*Euphorbia* (segons VINDT, 1953 modificat).

En la gran majoria d'espècies, els estils i els estigmes són persistents. Les granes es formen a partir d'un primordi seminal anàtrop i pèndul dins un ovari de placentació axil·lar. Els òvuls estan inserits a l'angle superior de la coca, amb la rafe dirigida cap a la part interna

(epítrops). La fecundació dels primordis seminals es realitza normalment per l'anomenat "obturador", una excrescència del teixit placentari que recobreix el micròpil i que té propietats inductives i nutritives sobre el tub pol·línic (EHRENDORFER, 1986).

Encara que l'estructura bàsica d'aquest esquizocarp i d'aquesta grana és manté molt constant dins el gènere, avui en dia, i mercès al desenvolupament i aplicació de les tècniques de Microscòpia Electrònica, és possible analitzar un elevat nombre de caràcters en els quals es produeixen variacions a partir d'un model primitiu. ROTH (1977), indica, des del punt de vista general de les angiospermes, la importància taxonòmica dels trets carpològics en aquelles famílies en què es pot reconèixer una estructura bàsica més o menys uniforme en els seus fruits.

Donat que els caràcters lligats a la morfologia de la càpsula són poc subjectes a variacions fenotípiques, la qual cosa els fa molt útils en sistemàtica, hem emprès l'estudi de cadascun dels nostres tàxons des d'un punt de vista bàsicament biomètric i morfològic.

6.1.1.2. Antecedents històrics

Els caràcters carpològics han estat des d'antic molt emprats en sistemàtica pels autors que han estudiat aquest gènere. Així, si bé és veritat que no s'han fet servir per a les grans subdivisions del gènere, no és menys certa la seva utilització dins les seccions i subseccions per a separar espècies.

Encara que LINNÉ (1753) en la seva obra *Species Plantarum* ja parla de "*capsulis verrucosis*" a l'hora de fer les descripcions d'algunes de les estirps considerades, els primers tractadistes que varen donar rellevància a aquests caràcters van ser LAMARCK (1779), ALLIONI (1785) i JACQUIN (1789). Tots ells fan descripcions, generalment força pobres, de la forma, ornamentació i dimensions de les càpsules.

Posteriorment, BOISSIER (1862) atorga més significació als caràcters carpològics, dividint el grup d'eufòrbies que ens ocupa, que aquest autor anomena § *Galarrhaei*, en grups més petits segons l'ornamentació de la càpsula i l'ornamentació de la grana. Cal reconèixer, igualment, unes descripcions d'aquest òrgan força acurades pel seu temps.

LANGE (1880) també van utilitzar els caràcters capsulars per a separar, a la Península Ibèrica, el grup de tàxons que ara ens ocupa. Malgrat la importància implícita que atorguen a aquest caràcter, i a diferència dels autors esmentats anteriorment, en aquesta obra les descripcions són més que discretes.

A principis del segle XX, apareixen alguns treballs (PAX, 1896; LAVIALLE & DELACROIX, 1922a, b, c; ULBRICH, 1928; PAX & HOFFMANN, 1931) on, des del punt de vista general de les euforbiàcies, es descriuen els fruits i les granes dels diversos gèneres que conformen la família des d'una perspectiva més anatòmica que no pas morfològica.

Les primeres aportacions iconogràfiques de les espècies del grup corresponen a FIORI & PAOLETTI (1903), que, en la introducció del gènere, enumeren fins a 13 tipus diferents de càpsules; COSTE (1906) i HEGI (1925). Tots tres acompanyen les descripcions amb petits dibuixos dels trets més característics de les càpsules. D'ençà llavors, diverses flores d'ús habitual (CADEVALL *et al.*, 1915; FIORI, 1933; FOURNIER, 1936) acostumen a utilitzar els caràcters carpòlogics en les claus per a separar els diferents tàxons. Cal destacar, tanmateix, SMITH & TUTIN (1968) que divideixen la secció *Helioscopia* en diversos grups, i per a aquest propòsit utilitzen la morfologia de les càpsules.

En els últims temps, tot i no tenir constància de treballs monogràfics referits a aquest òrgan, les càpsules han adquirit una especial significació dins del gènere *Euphorbia* com una de les parts de la planta més característica, a la vegada que constant, per a incloure dins les claus taxonòmiques (*cf.* VINDT, 1960; RADCLIFE-SMITH, 1982; STRID, 1986; VALDÉS, 1987; BOLÒS & VIGO, 1990, entre d'altres).

6.1.2. MATERIAL I MÈTODES

6.1.2.1. Procedència del material

Com ja hem comentat en d'altres capítols, hem treballat a dos nivells. Per a consideracions biosistemàtiques hem necessitat mostres recol·lectades de les mateixes poblacions naturals (P.E.B.S.) que hem utilitzat per a la resta d'estudis. És obvi que, en aquest cas, calia realitzar el mostreig quan l'estat de la població fos de fructificació, cosa que no sempre ha resultat possible. Per a vèncer, en part, aquest problema, s'han visitat força poblacions més d'una vegada i en èpoques diferents per tal d'abastar tot el cicle biològic de la planta.

La necessitat, però, de cobrir la totalitat de l'àrea de distribució del tàxon i de tenir un nombre suficient de dades per a poder fer valoracions taxonòmiques, ens ha obligat a treballar paral·lelament amb material d'herbari procedent de diverses institucions. La llista completa de poblacions, es troba al final del capítol (apèndix 6.1.).

En ambdós casos, l'obtenció de càpsules madures ha resultat força complicada. Un dels mecanismes de dispersió primària de diàspores més típic del gènere, comporta una dehiscència elàstica explosiva (boleoautocòria) tal com ja hem esmentat en l'introducció. En aquest aspecte, s'han descrit llançaments de granes a més de 2 m de la planta mare (BAIGES, 1989). Aquest problema s'agreuja en plantes premsades. És notori que fruits incompletament desenvolupats poden continuar la seva maduració un cop la planta arrencada de terra. Així, és curiós escoltar, sobretot en dies calorosos i secs de l'època estival, els espetecs provocats per les explosions de càpsules guardades en plec d'herbari. A tot això, podem sumar-hi la destrucció d'algunes càpsules per efecte de la pressió a la qual es veuen sotmeses en el moment del premsatge. Totes aquestes raons expliquen el perquè, a la gran majoria de plecs, o bé no hi ha càpsules o bé només trobem alguns fragments de coques.

Cal esmentar que alguns dels tàxons es troben, al nostre parer, incompletament representats als nostres resultats pel que fa a la seva àrea de distribució. Això ho ha forçat el fet de no disposar de més càpsules sobre les quals fer les mesures. Com calia esperar, els tàxons de que disposem de menys càpsules, coincideixen amb els que tenen menys ciatis (*E. uliginosa*, *E. dulcis* i *E. angulata*), i conseqüentment, menys producció de fruits per pleocasi.

Per evitar, en la mesura que fos possible, tots aquests inconvenients, en les recol·leccions al camp vam emmagatzemar càpsules una mica immadures en petites bosses de plàstic, que guardàvem seguidament en llocs frescos. Algunes càpsules es van fixar amb FAA pensant en un posterior estudi al MER.

6.1.2.2. Instrumentació i preparació de les mostres

a.- OBSERVACIONS MACROSCÒPIQUES

Les mostres, un cop rebutjades les que presentaven ruptures o aixafaments, han estat rentades amb alcohol de 96° i s'han col·locat temporalment sobre una cinta autoadhesiva per a facilitar el seu estudi en les diverses posicions. Les observacions han estat realitzades amb un estereomicroscopi Zeiss a x10 i x40 augments. Les mesures de la càpsula s'han pres amb l'ajut d'un regle amb una precisió de 0,5 mm. Per a mesurar les ornamentacions de la càpsula, hem utilitzat un micròmetre incorporat en un del oculars. L'obtenció de fotografies s'ha realitzat amb l'ajut d'una càmera Nikon model M - 36S acoblada a l'estereoscopi binocular.

Les mesures que s'han considerat per a cada càpsula, han estat la llargada (entesa com la distància màxima que separa el disc hipògin de la base dels estils) i l'amplada (considerada la màxima) sense tenir en compte les verrucositats que la recobreixen, tal i com s'indica en la figura 6.2. Independentment, també s'ha pres nota de la longitud, distribució, forma, color i densitat de les berrugues. Per últim, i tan sols d'una manera aproximada, s'indica l'angle dels solcs. S'han mesurat 10 càpsules per a cada P.S.E.B. i 5 per a la resta de poblacions, en tots dos casos triades a l'atzar entre el material no malmès.

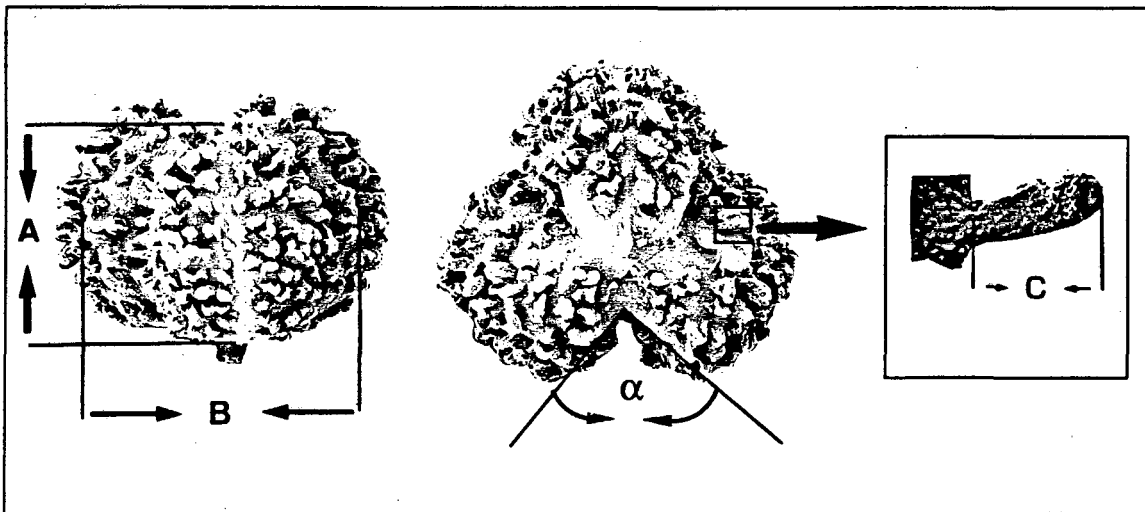


Figura 6.2. PARÀMETRES MESURATS DE LA CÀPSULA.

A.- alçada B.- amplada C.- llargada de les berrugues α.- angle dels solcs

b.- OBSERVACIONS MICROSCÒPIQUES AMB EL MER I EL MO.

La impossibilitat de disposar constantment d'un MER i les dificultats que han sorgit a l'hora de preparar les mostres, han estat les raons que ens han obligat a centrar la nostra atenció únicament en mostres procedents de les P.S.E.B.

Els microscopis utilitzats són els mateixos que vam fer servir per a l'estudi pol·línic, a l'igual que la càmera fotogràfica, la pel·lícula i el metal·litzador (vegeu el capítol 5).

Les observacions efectuades a l'estereomicroscopi van fer evident que els fruits madurs tenien una pèrdua important de les verrucositats que recobreixen la càpsula (sobretot en determinats tàxons). Creiem que aquest fet es deu a la mateixa caducitat d'aquestes emergències un cop el fruit és madur (sobretot en *E. spinosa*), juntament amb la fragilitat provocada per les accions mecàniques a què estan sotmeses les càpsules en el decurs del seu emmagatzematge. Per aquest motiu, vàrem considerar més oportú observar amb el MO càpsules no del tot madures on encara són ben presents les verrucositats que li són pròpies. La utilització del MER ha quedat reservada per a descobrir caràcters d'ornamentació secundària que podien passar fàcilment desapercebuts a pocs augments. Tanmateix, l'ús del MER, ens ha permès reafirmar-nos amb les característiques observades amb el MO i prendre'n bona nota mitjançant fotografies. L'observació, però, de les berrugues en càpsules inmadures, comporta el perill d'observar unes formes una mica diferents de com seran un cop la càpsula estigui completament desenvolupada. Aquest aspecte és particularment notable en *E. pyrenaica* amb berrugues amb forma de tubercle inflat en estat inmadur que es transformen, posteriorment, en formes més o menys crestades (observeu la figura 6.3).

L'especial arquitectura d'aquestes càpsules ens ha portat no pocs problemes a l'hora de preparar les mostres. Estructuralment, aquestes càpsules es comporten com cossos rígids amb espais interiors plens d'aire. Quan es metal·litzen les mostres, es treballa a una pressió gairebé nul·la (0.01 Torr) i és precisament aquesta diferència de pressió entre l'interior i l'exterior de la tricoca la que provoca la ruptura violenta de les parets de la càpsula. Si hem tingut sort i la càpsula ha estat capaç de compensar la pressió exterior amb la pròpia interior, quan es treu la mostra del metal·litzador, les condicions tornen a ser d'1 atmosfera de pressió i es creen, novament, fortes tensions a les parets de la càpsula. I, finalment, quan s'introdueix la mostra al MER cal tornar a fer el buit i, aquest cop, amb el perill addicional que si la càpsula explota, els seus fragments poden malmetre el bon funcionament d'un aparell tan sensible i delicat com és un MER. A tot això, cal afegir que les expansions que cobreixen la càpsula són difícilment recobertes en la seva totalitat per la capa d'or que possibilita que siguin observades amb el MER. Això origina problemes locals de càrrega electrostàtica que, si bé impedeixen la realització de fotografies de bona qualitat, permeten, encara que d'una manera força precària, observar els diferents caràcters.

La primera solució que vàrem pensar consistia en utilitzar el tetròxid d'osmi com a recobrint. Aquest compost és capaç de reflectir, de la mateixa manera que l'or, els

electrons, amb els avantatges d'evitar el buit del metal.litzador i d'un millor recobriment de les berrugues atès que el tetròxid d'osmi es diposita sobre la mostra en forma de gas. Els resultats van ser poc satisfactoris; el teixit capsular va resultar ser poc osmòfil (el tetròxid d'osmi no s'adheria suficientment a la mostra) amb la conseqüent carrega electrostàtica que això comporta i, talment, les càpsules continuaven explotant dins del MER.

Ulteriors experiències en que s'ha intentat la imbibició de la mostra en glicerina o, fins i tot, en resines sintètiques, no han resolt aquesta problemàtica.

En l'actualitat hom continua fent proves per intentar vèncer aquest escull. Així, amb l'ajut de microagulles, hem assajat de foradar les parets sense fer-les malbé per tal d'evitar la descompensació de pressions. Tot i que sembla una solució senzilla i lògica, la duresa exagerada d'unes parets molt lignificades fa que molts cops les ruptures siguin inevitables. Més bones perspectives tenen les tècniques de crioobservació que, mitjançant N_2 líquid, permeten congelar instantàniament la mostra fins a $-210^\circ C$; així s'aconsegueix una rigidesa tal que impossibilita qualsevol obertura de la càpsula.

A resultes de tot això, la pràctica totalitat de les nostres observacions s'ha dut a terme en coques, no en càpsula sencera com era la nostra intenció.

Les condicions de treball han estat les habituals: recobriment, en atmosfera inert d'argó, amb una capa d'or de 30-40 nm a 1,3 Kv, 16-18 mA i 0,1 Torr, mitjançant el metal.litzador. Amb el microscopi hem treballat generalment a un voltatge d'acceleració de 15 Kv i a una distància aproximada de la mostra de 20 a 40 mm. Si bé aquest kilovoltatge i aquesta distància ofereixen una més pobre definició d'imatge, això comporta els avantatges de poder treballar a poc augment (x20 o x30) amb mostres de grans dimensions.

6.1.3. RESULTATS

A les taules 6.1 i 6.2 es mostren, detallats per poblacions P.E.B.S., la totalitat dels paràmetres carpològics mentre que, a la taula 6.3 trobem els resultats d'aquells caràcters considerats com a més significatius per a totes les poblacions estudiades a partir de material d'herbari. Tots aquests resultats compendiats per tàxons es recullen a la taula 6.4. Per al conjunt de poblacions estudiades s'han confeccionat dos diagrames de dispersió simbòlica (Figures 6.7 i 6.8), el primer relaciona la llargada amb l'amplada; el segon, les dimensions de les berrugues amb llur densitat. Les figures 6.5 i 6.6 representen, per tàxons, els tests gràfics de Simpson i Roe (PYLUM & HIDEUX, 1977) per a la llargada i amplada de les càpsules, respectivament. Les càpsules observades a l'estereomicroscopi binocular són fotografiades per tàxons a la figura 6.4 que a més inclouen un detall al MER de les prominències que la recobreixen.

a.- FORMA:

La forma de les càpsules varia ben poc entre les diverses estirps estudiades tal i com calia esperar d'un dels òrgans més típics i característics del gènere *Euphorbia*. Llevat de rares excepcions, aquestes càpsules prenen formes d'amplament globuloses o globuloses a amplament ovals amb una certa tendència a l'aplatament dels pols de la hipotètica esfera. Per tal d'observar diferències, cal dirigir-se a les determinacions de les formes planes de les seccions transversals i longitudinals de la càpsula. Si bé la informació que ens porta la forma en visió lateral, generalment subcircular o el·lipsoïdal, és pobra i va lligada a la relació llargada-amplada, la visió polar ens fa adonar de formes que oscil·len de subcirculars (en *E. flavicoma* subsp. *flavicoma*) fins a trilobades (en *E. polygalifolia*). És ben evident que aquest aspecte està estretament relacionat amb l'angle i profunditat que formen els solcs de la càpsula. (figura 6.4).

b.- DIMENSIONS:

Les dimensions obtingudes s'expressen a les taules 6.1, 6.3 i 6.4 per a les P.S.E.B., poblacions o tàxons, respectivament.

Tal i com podem observar, les mesures varien considerablement no sols entre diversos tàxons sinó també entre les diverses poblacions estudiades (taula 6.3). Els valors mitjans es troben compresos entre 4,70 x 5,19 mm per a *E. pyrenaica* i 2,38 x 2,66 mm per a *E. polygalifolia* subsp. *hirta*.

Podem considerar aquestes càpsules com a relativament petites dins el grup de tàxons de càpsules verrucoses. Únicament *E. pyrenaica* depassa els 4,5 mm tant de llargada com d'amplada, mentre que l'interval normal de variació se situa entre 2,5 i 4 mm.

La majoria de tàxons considerats demostren tenir càpsules més amples que llargues excepte *E. spinosa*, únic tàxon amb relacions llargada/amplada sovint superiors a 1.

c.- ANGLE DELS SOLCS:

Fins i tot a simple vista es pot observar fàcilment l'angle que formen entre si les coques justament en el solc. Així, la presència d'aquest solc s'evidencia de manera diversa: molt palès en *E. polygalifolia*, on les parets de les coques arriben a disposar-se perpendiculars entre si (120° - 90°), fins a poc manifest en la majoria dels tàxons d'*E. flavicoma* (180° - 160°). En aquest darrer cas, el solc es mostra com una petita fenedura que correspon a la sutura de les dues coques.

Un cop fetes les mesures, hem establert 4 tipus bàsics de càpsula segons l'angle que han presentat els diferents tàxons i que es poden veure exposats en les diferents taules. (cf. taules 6.1 a 6.4).

Taula 6.1. BIOMETRIA DE LES CAPSULES DE LES P.S.E.B.: dimensions

⁽¹⁾ POBLACIONS	LLARGADA (D)		AMPLADA (d)		RELAC.
	interval	m ± ES	interval	m ± ES	D/d
ff-Ma	3,9 - 4,2	4,08±0,06	4,2 - 4,4	4,30±0,04	0,95
ff-Mu	3,4 - 3,7	3,55±0,06	3,8 - 4,0	3,88±0,04	0,91
ff-T	3,7 - 3,9	3,81±0,03	3,9 - 4,2	4,08±0,03	0,93
ff-L	3,3 - 3,6	3,47±0,03	3,5 - 3,9	3,71±0,04	0,94
ff-B2	3,4 - 3,8	3,69±0,04	3,7 - 4,2	3,95±0,05	0,93
ff-B4	3,5 - 3,8	3,66±0,03	3,7 - 3,9	3,78±0,02	0,97
ff-Gi	3,3 - 3,7	3,54±0,04	4,0 - 4,3	4,12±0,03	0,86
ff-Au1	3,7 - 4,6	4,22±0,09	4,1 - 4,7	4,44±0,06	0,95
ff-Au2	3,8 - 4,1	3,97±0,03	4,0 - 4,3	4,13±0,03	0,96
	3,3 - 4,6	3,78±0,03	3,5 - 4,7	4,04±0,03	0,93
fo-Le1	3,5 - 3,8	3,65±0,03	3,7 - 4,1	3,88±0,04	0,94
fo-Le2	3,3 - 3,8	3,65±0,04	3,7 - 4,0	3,83±0,03	0,95
fo-O2	3,3 - 3,8	3,53±0,05	3,6 - 4,0	3,81±0,04	0,93
fo-O3	3,5 - 3,8	3,62±0,03	3,7 - 4,1	3,87±0,04	0,94
fo-C2	3,5 - 4,0	3,79±0,05	3,8 - 4,1	3,91±0,04	0,97
	3,3 - 4,0	3,65±0,04	3,6 - 4,1	3,86±0,02	0,94
fc-Av	2,7 - 3,0	2,86±0,03	3,0 - 3,3	3,13±0,03	0,91
sp-AM2	3,3 - 3,6	3,41±0,03	3,1 - 3,3	3,22±0,02	1,06
py-HP	4,3 - 4,4	4,37±0,03	4,8 - 4,9	4,87±0,03	0,90
py-Bu	4,8 - 5,6	5,26±0,07	5,0 - 5,7	5,42±0,06	0,97
	4,3 - 5,6	4,82±0,04	4,8 - 5,7	5,15±0,04	0,93
dv-Au	3,3 - 3,7	3,58±0,04	3,5 - 3,9	3,72±0,04	0,96
dv-Lo	4,4 - 4,7	4,62±0,03	4,4 - 4,8	4,64±0,04	1,00
dv-Av	3,8 - 4,2	4,05±0,04	3,9 - 4,2	4,09±0,03	0,99
	3,3 - 4,7	4,08±0,03	3,5 - 4,8	4,15±0,03	0,98
br-Hu1	3,4 - 3,7	3,52±0,03	3,6 - 3,9	3,77±0,03	0,93
br-Hu3	2,8 - 3,0	2,87±0,02	3,0 - 3,2	3,07±0,02	0,93
br-AM1	3,0 - 3,5	3,29±0,05	3,5 - 3,8	3,66±0,03	0,90
br-AM2	2,9 - 3,2	3,04±0,03	3,2 - 3,6	3,42±0,03	0,89
	2,8 - 3,7	3,18±0,03	3,0 - 3,9	3,48±0,03	0,91
dl-Le	2,9 - 3,1	3,02±0,02	2,9 - 3,3	3,12±0,04	0,97
dl-L	2,8 - 3,1	2,95±0,03	2,9 - 3,3	3,13±0,03	0,94
	2,8 - 3,1	2,99±0,02	2,9 - 3,3	3,13±0,01	0,96
an-Le1	2,6 - 2,9	2,75±0,03	2,8 - 3,2	3,01±0,03	0,91
an-Le2	2,5 - 2,9	2,75±0,04	2,9 - 3,2	3,00±0,03	0,92
	2,5 - 2,9	2,75±0,01	2,8 - 3,2	3,01±0,01	0,92
pp-S	3,0 - 3,3	3,19±0,03	3,2 - 3,6	3,46±0,04	0,92
pp-Bu1	2,6 - 2,9	2,76±0,03	2,9 - 3,2	3,07±0,03	0,90
pp-Bu2	2,9 - 3,2	3,03±0,03	3,1 - 3,4	3,29±0,03	0,92
pp-Bu3	2,7 - 3,0	2,85±0,03	3,4 - 3,8	3,58±0,04	0,80
	2,6 - 3,3	2,96±0,03	2,9 - 3,8	3,35±0,03	0,88
ph-O	2,1 - 2,4	2,28±0,03	2,3 - 2,7	2,52±0,03	0,90
ph-C1	2,2 - 2,5	2,32±0,04	2,3 - 2,8	2,59±0,04	0,90
ph-C2	2,7 - 3,0	2,83±0,03	3,1 - 3,5	3,30±0,03	0,86
ph-C3	2,4 - 2,7	2,54±0,03	2,6 - 2,9	2,74±0,03	0,93
	2,1 - 3,0	2,49±0,03	2,3 - 3,5	2,79±0,13	0,90
ul-C1	2,6 - 2,8	2,70±0,02	2,8 - 3,0	2,89±0,02	0,93

⁽¹⁾Els codis de cada població s'indiquen a la taula 2.1.

Els resultats s'expressen en mm. (m = mitjana; ES = error estàndard)

En sombrejat s'indica l'interval total i la mitjana dels valors de les poblacions d'un mateix tàxon.

Taula 6.2. BIOMETRIA DE LES CÀPSULES DE LES P.S.E.B.: berrugues i solcs

⁽¹⁾ POBLACIONS	BERRUGUES					angle
	llargada	densitat	distrib.	forma	color	solcs
ff-Ma	0,43	144	regular	subpiramidal	bru	180°-160°
ff-Mu	0,28	180	regular	subcònica	vermell	180°-160°
ff-T	0,21	144	regular	subhemisfèrica	bru	180°-160°
ff-L	0,19	108	regular	subhemisfèrica	vermell	180°-160°
ff-B2	0,25	132	regular	subhemisfèrica	verm./bru	180°-160°
ff-B4	0,13	210	regular	subhemisfèrica	verm./bru	180°-160°
ff-Gi	0,22	102	regular	subhemisfèrica	bru	180°-160°
ff-Au1	0,22	300	regular	subhemisfèrica	vermell	180°-160°
ff-Au2	0,31	132	regular	subcònica	vermell	180°-160°
	0,25	161	regular	subhemisfèrica	vermell	180°-160°
fo-Le1	0,61	210	regular	digitada	vermell	160°-140°
fo-Le2	0,41	228	regular	digitada	vermell	160°-140°
fo-O2	0,44	228	regular	digitada	verd	180°-160°
fo-O3	0,39	150	regular	digitada	verm./verd	180°-160°
fo-C2	0,64	186	regular	digitada	vermell	160°-140°
	0,50	200	regular	digitada	vermell	160°-140°
fc-Av	0,26	120	regular	subcònica	bru	180°-160°
sp-AM2	1,14	90	regular	subcilíndrica	verd	140°-120°
py-HP	0,51	56	irregular	crestada	vermell	160°-140°
py-Bu	0,57	60	irregular	crestada	vermell	160°-140°
	0,54	58	irregular	crestada	vermell	160°-140°
dv-Au	0,84	96	regular	subpiramidal	verm./bru	160°-140°
dv-Lo	1,02	60	regular	subpiramidal	verd	160°-140°
dv-Av	0,92	90	regular	subpiramidal	bru	160°-140°
	0,93	82	regular	subpiramidal	bru	160°-140°
br-Hu1	0,47	186	regular	digitada	bru	160°-140°
br-Hu3	0,42	132	regular	digitada	verd	160°-140°
br-AM1	0,41	156	regular	digitada	bru	160°-140°
br-AM2	0,45	210	regular	subcònica	bru	160°-140°
	0,44	171	regular	digitada	bru	160°-140°
dl-Le	0,21	24	irregular	subpiramidal	verd	140°-120°
dl-L	0,47	18	irregular	subcònica	verd	140°-120°
	0,34	21	irregular	subpiramidal	verd	140°-120°
an-Le1	0,21	42	irregular	subcònica	verd	140°-120°
an-Le2	0,48	60	irregular	subcònica	verd	140°-120°
	0,45	51	irregular	subcònica	verd	140°-120°
pp-S	0,47	150	regular	digitada	verd	120°-90°
pp-Bu1	0,49	162	regular	digitada	verd	120°-90°
pp-Bu2	0,54	204	regular	digitada	verd	120°-90°
pp-Bu3	0,45	210	regular	digitada	verm./verd	120°-90°
	0,49	182	regular	digitada	verd	120°-90°
ph-O	0,41	180	regular	digitada	verm./verd	120°-90°
ph-C1	0,35	144	regular	digitada	bru	120°-90°
ph-C2	0,55	162	regular	digitada	bru	120°-90°
ph-C3	0,4	108	regular	digitada	verd	120°-90°
	0,43	149	regular	digitada	bru	120°-90°
ul-C1	0,27	162	regular	digitada	verd	120°-90°

⁽¹⁾Els codis de cada població s'indiquen a la taula 2.1.

La llargada de les berrugues ve expressada en mm. La densitat s'expressa en nombre de berrugues per càpsula. En sombreadat s'indica el caràcter predominant entre les poblacions d'un mateix tàxon.

d.- ORNAMENTACIÓ DE L'EPICARP:

Sota l'estereoscopi binocular, les càpsules mostren bàsicament una ornamentació formada per berrugues de forma, mida, color, densitat i distribució certament molt diversa.

Pel que fa a la forma, hem establert 6 models-tipus segons la diversa morfologia de les berrugues. La necessitat d'anomenar aquestes prominències d'alguna manera ens ha forçat a simplificar al màxim aquests tipus bàsics abans esmentats. Així, hem cregut convenient avantposar, en la majoria de casos, la partícula "sub-" indicant amb això "semblant a ". Cal tenir sempre en compte la dificultat que representa anomenar, amb termes de volum coneguts, unes protuberàncies que de per sí pateixen sovint replegaments, pinçaments, bonys i, fins i tot, torsions.

Aquests 6 models fonamentals (figura 6.3) són:

a. **formes crestades.**- berrugues que, per efecte de pressions laterals, tenen dues cares ben evidents amb la part superior, en la majoria de casos, força arrodonida. L'alçada, la direcció i la distribució de les crestes són força irregulars. Aquesta forma tan sols ha estat observada en un dels tàxons, *E. pyrenaica*.

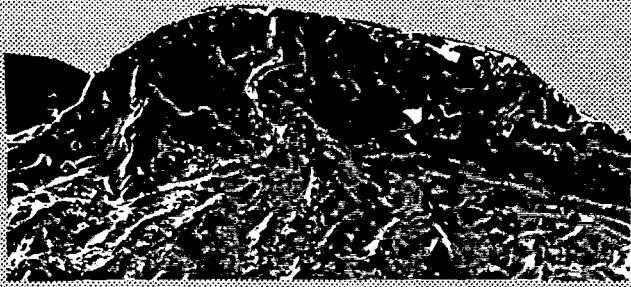
b. **formes subhemisfèriques.**- berrugues de formes arrodonides per tots costats, poc altes i de base ampla. Generalment es disposen de manera poc atapeïda. Només les hem pogut observar en *E. flavicoma* subsp. *flavicoma*.

c. **formes subcòniques.**- berrugues amb una base ample, sense cares laterals definides i amb l'apex sovint truncat i arrodonit. La secció transversal és circular i la relació llargada/amplada màxima no és superior en cap cas a 2. Sens dubte, aquesta és la forma més freqüent dins de les estirps considerades en aquest treball.

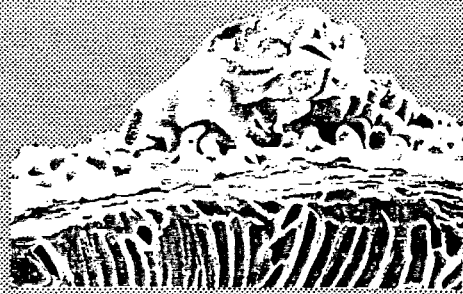
d. **formes subpiramidals.**- berrugues amb una base ampla que presenten, de manera poc precisa, tres cares laterals poc o gens arrodonides i arestes poc anguloses. L'apex és truncat o, rara vegada, amb el vèrtex d'aquesta hipotètica piràmide arrodonit. En aquest cas, la secció transversal és triangular. En els nostres tàxons, és característic tan sols d'*E. duvalii*.

e. **formes digitades.**- berrugues amb una base estreta, els costats arrodonits, la secció transversal circular i l'apex arrodonit. La relació llargada/amplada màxima es mou entre 2 i 4. Pertanyen a aquests tipus els tàxons *E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia*, *E. polygalifolia* subsp. *hirta* i *E. uliginosa*.

f.- **formes subcilíndriques.**- berrugues de forma semblant al tipus anterior però molt més llargues (la relació llargada/amplada màxima es situa sempre per sobre de 4). Tot i que podríem identificar aquest tipus de berrugues com a filiforme, hem cregut convenient reservar aquest terme per a d'altres tàxons del grup presents a la Mediterrània Oriental, amb berrugues molt més primes i llargues.



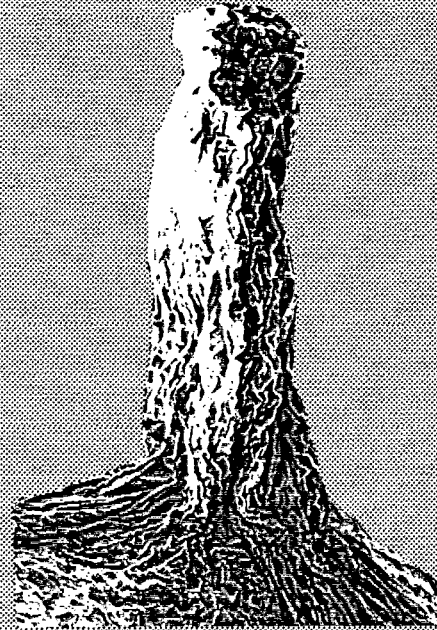
CRESTADA



SUBHEMISFÈRICA



SUBCÒNICA



DIGITADA



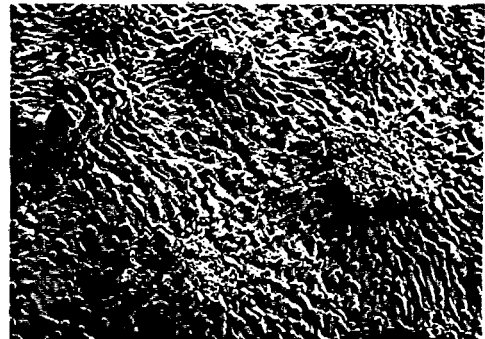
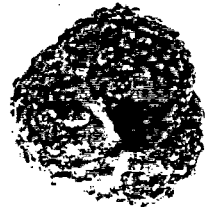
SUBPIRAMIDAL



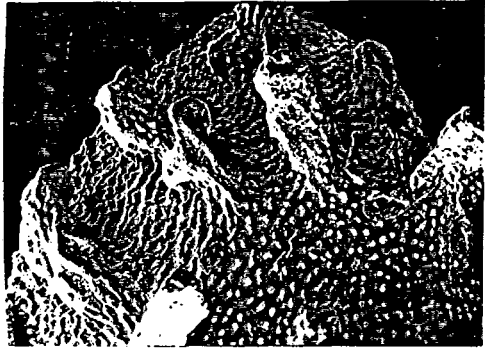
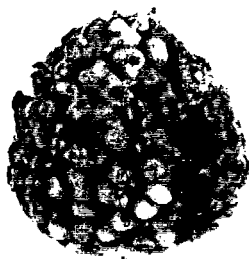
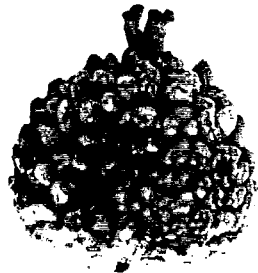
SUBCILÍNDRICA

0,5 mm

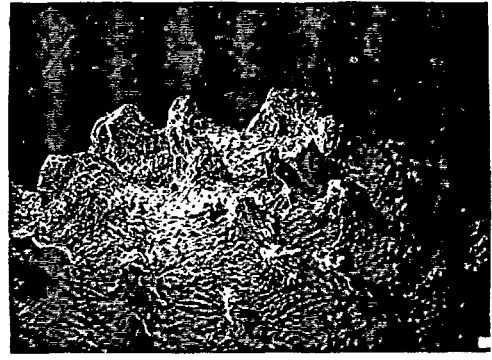
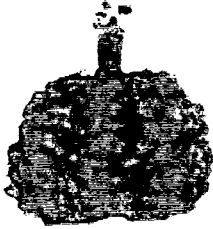
Figura 6.3. FORMA DE LES BERRUGUES DE LA CÀPSULA



E. flavicoma subsp. *flavicoma*



E. flavicoma subsp. *occidentalis*



E. flavicoma subsp. *costeana*



2 mm

0,5 mm

Figura 6.4. MORFOLOGIA DE LA CÀPSULA (visió polar, visió lateral i detall de les berrugues)

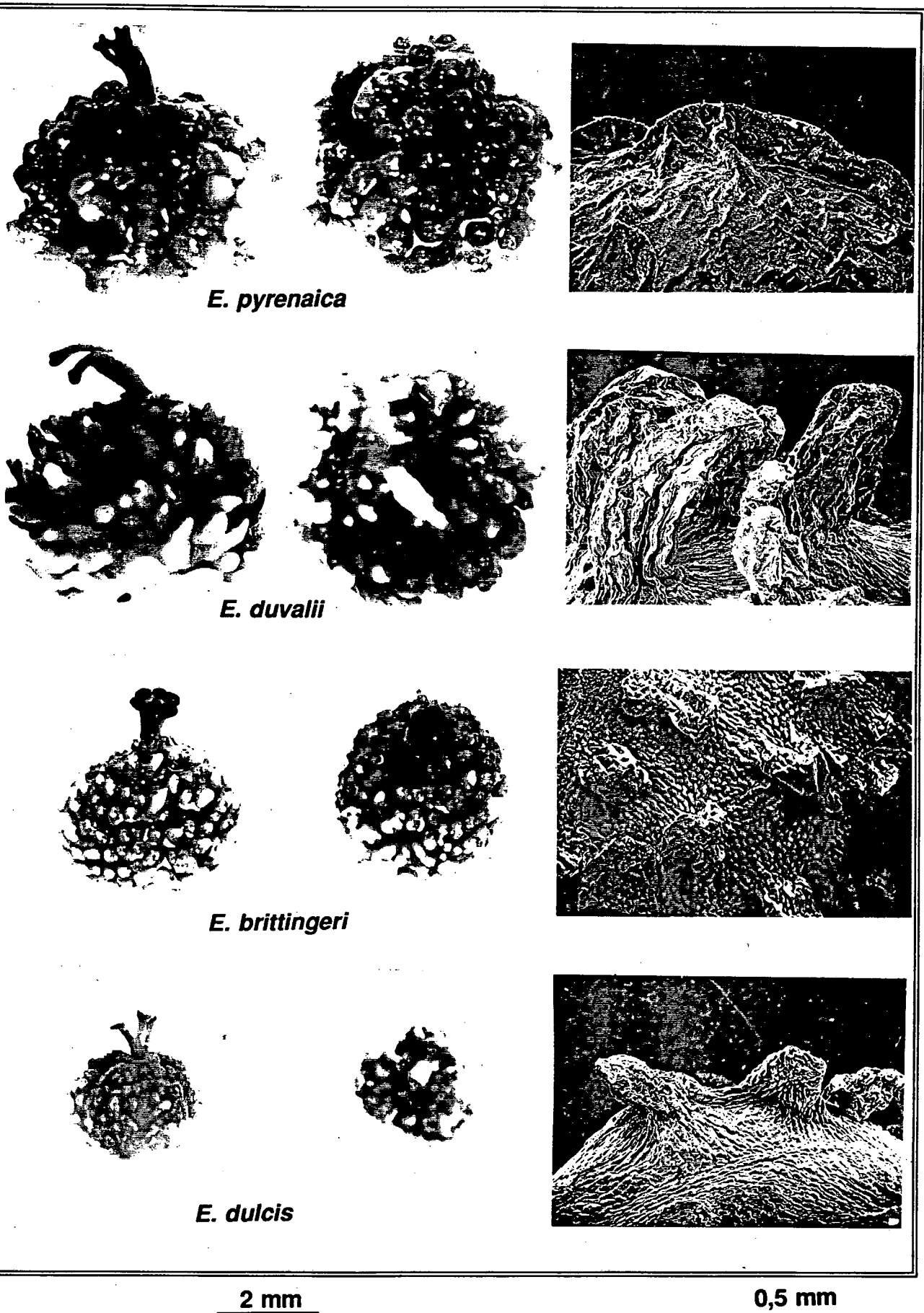
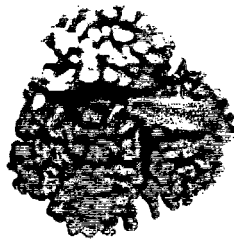
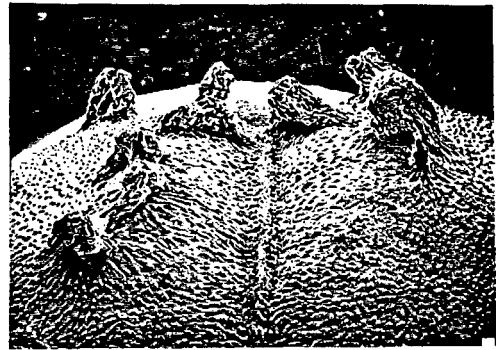


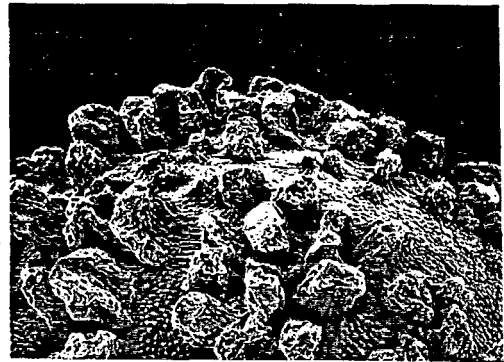
Figura 6.4. MORFOLOGIA DE LA CÀPSULA (visió polar, visió lateral i detall de les berrugues)



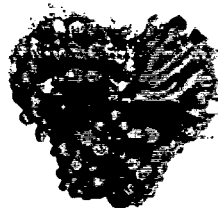
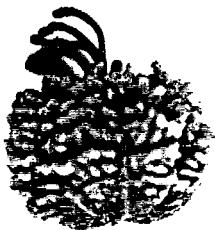
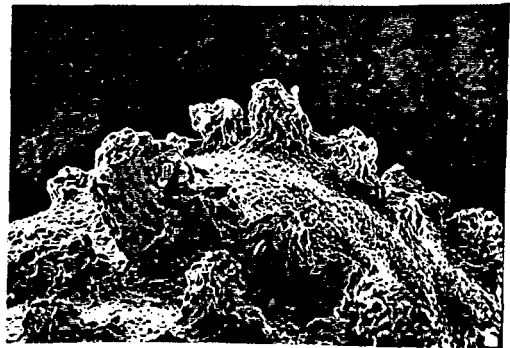
E. angulata



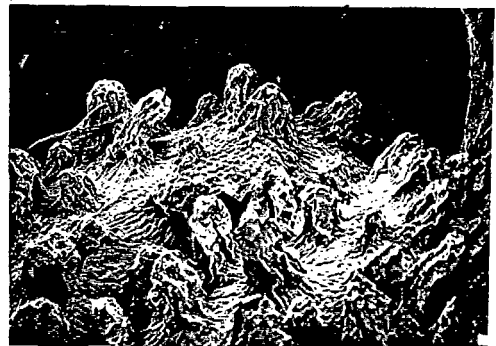
E. polygalifolia subsp. *polygalifolia*



E. polygalifolia subsp. *hirta*



E. uliginosa



2 mm

0,5 mm

Figura 6.4. MORFOLOGIA DE LA CÀPSULA (visió polar, visió lateral i detall de les berrugues)

Cal advertir però, que les transformacions que pateix la càpsula a mida que va madurant poden induir-nos a errar en la nostra apreciació. Aquest pot ser el cas d'*E. pyrenaica*, tàxon que presenta berrugues gairebé globuloses quan la càpsula és poc desenvolupada, que s'allarguen i s'aplanen lateralment a mesura que avança la maduració de la càpsula (vegeu la figura 6.3).

L'alçada dels diversos tipus de berrugues és molt variable i oscil·la, en valor mitjà, entre 0,25 mm per a *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* i 1,21 mm per a *E. spinosa*; aquesta és l'única espècie que ultrapassa 1 mm per a aquesta magnitud.

El color de les berrugues té una gamma que va del verd al vermell, passant per diverses tonalitats de groc i bru. Tot i la variabilitat d'aquest caràcter dins d'un mateix tàxon, s'evidencien colors predominants en cadascuna de les espècies considerades.

Aquestes berrugues es troben generalment distribuïdes de manera regular per la totalitat de la superfície de l'epicarp. Únicament *E. pyrenaica*, *E. dulcis* i *E. angulata* tenen una disposició d'aquestes prominències força irregular, fet segurament interrelacionat amb la baixa densitat de berrugues per càpsula. Efectivament, aquests tres darrers tàxons no superen en cap cas el nombre de 60 berrugues per càpsula, mentre que la resta de tàxons sempre en tenen un nombre superior. L'interval normal de variació per a la majoria de tàxons llevats d'aquests tres, oscil·la entre 100 i 200 berrugues per càpsula.

Cal destacar també la coincidència del fet que únicament aquells tàxons amb solcs d'angle 180°-160° tenen berrugues que atenyen justament fins a aquest solc. Contràriament, els tàxons amb angle més tancat tenen ben delimitada una zona a banda i banda dels solcs desproveïda totalment de berrugues.

El disc hipogin, que ha demostrat ser un bon caràcter discriminant en d'altres tàxons (HUGUET, 1978), adopta formes circulars (rarament triangulars) per a totes les espècies observades. Igualment, hem constatat una uniformitat gairebé total pel que fa a la pilositat de la càpsula, sempre glabra. Tan sols hem pogut observar algun pèl molt escadusser (per la caducitat d'aquest tipus d'indument) en algunes poblacions d'*E. dulcis* de centreuropa. Tampoc hem constatat diferències significatives entre els diferents tàxons estudiats a nivell del peduncle que suporta aquest fruit malgrat que alguns autors (PROKHANOV, 1949; KHAN, 1964) l'assenyalen com un paràmetre a considerar. Un cop el fruit es troba plenament desenvolupat, la llargada d'aquest peduncle és lleugerament superior a la de la càpsula i l'angle de corbament d'aquest peduncle sol ser sempre d'entre 150° i 180°.

Secundàriament, la superfície de l'epicarp es troba sovint recoberta de petites papil·les, o bé, és finament tuberculada sense que de moment poguem admetre que aquest tret estigui lligat a un o més tàxons en concret. Si que cal fer notar, potser com era d'esperar, una forta correlació entre la presència de papil·les a les fulles i a les càpsules.

6.1.4. DISCUSSIÓ

Els caràcters carpològics han demostrat ser de gran utilitat, tot i els marges de variació força alts, per a distingir les estirps considerades fins a nivell específic.

L'observació dels tests gràfics de Simpson & Roe per a la llargada i amplada de la càpsula (figures 6.5 i 6.6, respectivament), ens fa adonar d'una considerable plasticitat d'aquest caràcter dins la majoria de tàxons. Malgrat, però, aquesta amplitud de resultats, hi ha la possibilitat de separar alguns tàxons molt pròxims entre sí. Així, és possible discriminar *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* d' *E. flavicoma* subsp. *costeana*, ambdues amb forma i ornamentació semblants, per les dimensions de la càpsula, sempre marcadament més petita en aquest últim tàxon. Igualment, les mesures tant de llargada com d'amplada tenen significació estadística (allunyament dels marges d'error per a una confiança del 95%) a l'hora de separar dos tàxons afins com són *E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia* i *E. polygalifolia* subsp. *hirta*. Cal assenyalar, per últim, un cert aïllament a la gràfica d'*E. pyrenaica* amb càpsules notablement més grosses que les de la resta d'estirps del grup.

L'angle dels solcs de la càpsula té un pes taxonòmic important atesa la constància que ha demostrat tenir aquest caràcter dins de cadascun dels tàxons. Tot i que la utilització d'aquest paràmetre per part d'altres autors s'ha fet sempre d'una manera poc precisa o, senzillament, s'ha omès, la facilitat d'observació i la fidelitat que ha demostrat el fan molt profitós per a separar molts dels tàxons. D'aquesta manera, la confusió que va provocar ROUY (1882) en confrontar la seva espècie *E. mariolensis* amb *E. polygalifolia* i que s'ha vingut arrossegant fins als nostres dies, pot esmenar-se ràpidament tan sols fixant-se en l'angle dels solcs (pròxim a 180° en el primer tàxon i a 90° en el segon) o en el seu defecte en l'ovari.

La gran diversitat morfològica d'elements esculturals en la superfície de l'epicarp, juntament amb les dimensions, la densitat i la distribució d'aquests elements, és un dels caràcters amb més valor taxonòmic a l'hora de diferenciar espècies. Els 6 tipus diferents de berrugues, bé que no són sempre constants dins d'un mateix tàxon, si que mostren clarament tendències cap a una forma determinada. Aquesta argumentació també és totalment vàlida en el moment de valorar els resultats de la densitat tot i que, en aquest cas, l'ajut del tractament estadístic facilita la percepció d'aquestes tendències.

Si hom construeix un diagrama (cf. figura 6.8) amb els valors de densitat de berrugues per càpsula en abscisses, i de llargada d'aquestes berrugues en ordenades, els tàxons es distribueixen bàsicament en tres grups. El primer grup, situat a la part inferior esquerra, es caracteritza perquè té una densitat generalment inferior a 70 berrugues per càpsula i unes dimensions d'aquests elements força modestes (entre 0,2 i 0,6 mm). Aquest grup, format per *E. pyrenaica*, *E. dulcis* i *E. angulata*, coincideix amb les espècies que han mostrat un major grau d'irregularitat en la repartició d'aquestes berrugues. Un segon grup (part inferior dreta) està format per *E. duvalii* i *E. spinosa* que evidencien valors baixos quant a la densitat, però molt alts pel que fa a l'alçada de les berrugues. Per últim, en la zona superior esquerra ens trobem amb la resta de tàxons que, si bé hom pot endevinar-hi tendències, la superposició de

Taula 6.3. BIOMETRIA DE LES CÀPSULES

Procedència	CÀPSULA		BERRUGUES			ANGLE SOLCS	
	llargada	amplada	alçada	densitat	⁽¹⁾ dist.		⁽²⁾ forma
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>flavicoma</i>							
Hs: Ossa de Montiel	3,91	4,11	0,14	104	1	3	180°-160°
Hs: Sierra Bermeja	4,08	4,30	0,43	144	1	4	180°-160°
Hs: Sierra Carrascal	4,11	4,33	0,26	132	1	2	180°-160°
Hs: Sierra de Espuña	3,55	3,88	0,28	180	1	3	180°-160°
Hs: Buñol	4,15	4,43	0,21	132	1	2	180°-160°
Hs: Serra	3,82	4,28	0,31	96	1	3	180°-160°
Hs: Eslida	3,32	3,58	0,11	132	1	2	180°-160°
Hs: Valdelinares	3,11	3,26	0,17	162	1	2	180°-160°
Hs: Alcala de Selva	3,48	3,54	0,23	144	1	2	180°-160°
Hs: Castejón	3,81	4,39	0,61	150	1	3	180°-160°
Hs: Ports de Tortosa	3,81	4,08	0,21	144	1	2	180°-160°
Hs: Hostaletes	3,47	3,71	0,19	108	1	2	180°-160°
Hs: Collbato	3,69	3,95	0,25	132	1	2	180°-160°
Hs: Baga	3,66	3,78	0,13	210	1	2	180°-160°
Hs: L'Estartit	3,54	4,12	0,22	102	1	2	180°-160°
Ga: La Clàpe	4,22	4,44	0,22	300	1	2	180°-160°
Ga: Tauch	3,97	4,13	0,31	132	1	3	180°-160°
Ga: Bionne	3,56	3,71	0,18	216	1	3	180°-160°
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>occidentalis</i>							
Ga: Saint-Jean	3,05	3,25	0,38	168	1	3	160°-140°
Hs: Brandomil	3,79	3,91	0,64	186	1	5	160°-140°
Hs: Santillán	2,95	3,07	0,66	186	1	5	160°-140°
Hs: Covadonga	3,45	3,52	0,44	132	1	5	160°-140°
Hs: Puerto de Tama	3,53	3,81	0,44	228	1	5	180°-160°
Hs: La Uña	3,65	3,88	0,61	210	1	5	160°-140°
Hs: Puerto Vegarada	3,77	4,07	0,62	162	1	5	160°-140°
Hs: Puebla de Lillo	3,65	3,83	0,41	228	1	5	160°-140°
Hs: Piedrsluengas	3,91	4,08	0,61	160	1	5	160°-140°
Hs: Valle de Mena	3,63	3,73	0,67	174	1	5	160°-140°
Hs: Alto Estazadas	3,62	3,87	0,39	150	1	5	180°-160°
Hs: Espinama	3,89	4,05	0,95	132	1	5	160°-140°
Hs: Fuente De	3,61	3,71	0,46	150	1	5	160°-140°
Hs: Arrieta	3,41	3,47	0,51	198	1	5	160°-140°
Hs: Arceniaga	3,81	4,02	0,58	216	1	5	160°-140°
Hs: Pico Serantes	3,61	3,77	0,42	120	1	3	160°-140°
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>costeana</i>							
Ga: Firmy	2,86	3,13	0,26	120	1	3	180°-160°
<i>E. flavicoma</i> subsp. <i>giselae</i>							
Ga: Païolive	3,25	3,54	0,31	208	1	3	180°-160°
Ga: Toulon	3,62	4,06	0,41	180	1	3	180°-160°
<i>E. spinosa</i>							
Ga: Guillaumes	3,68	3,45	1,23	96	1	6	160°-140°
Ga: Levens	3,41	3,22	1,14	90	1	6	160°-140°
It: Val de Gorzenta	3,67	3,74	1,33	90	1	6	160°-140°
It: Pise	3,86	3,81	1,16	112	1	6	140°-120°
It: Stazzema	3,98	3,93	1,28	90	1	6	160°-140°
It: Morano	3,54	3,57	1,09	112	1	6	140°-120°
<i>E. pyrenaica</i>							
Hs: Pico Fraile	5,03	5,34	0,41	18	2	1	160°-140°
Hs: Pico Espiguete	4,83	5,28	0,78	30	2	1	160°-140°
Hs: Rebollero	5,26	5,42	0,57	60	2	1	160°-140°
Ga: Pic d'Anie	4,37	4,87	0,51	56	2	1	160°-140°
Hs: Larra	4,33	4,68	0,56	36	2	1	160°-140°
Ga: Eaux Bonnes	4,45	5,15	0,35	24	2	1	160°-140°
Ga: Pic du Midi	4,91	5,55	0,23	30	2	1	160°-140°
Ga: Pic de Ger	4,21	4,98	0,43	48	2	1	160°-140°
Ga: Pic de Cezy	4,87	5,45	0,34	42	2	1	160°-140°

Els resultats de llargada i amplada expressen la mitjana de la població en mm.

La densitat indica la mitjana del nombre de berrugues per càpsula.

⁽¹⁾ dist.= distribució de les berrugues en la càpsula. 1.- regular; 2.- irregular.

⁽²⁾ forma= forma de les berrugues. 1.- crestades; 2.- subhemisfèriques; 3.- subcòniques
4.- subpiramidals; 5.- digitades; 6.- subcilíndriques.

Taula 6.3. BIOMETRIA DE LES CÀPSULES

Procedència	CÀPSULA		BERRUGUES			ANGLE	
	llargada	amplada	alçada	densitat	⁽¹⁾ dist.	⁽²⁾ forma	SOLCS
<i>E. duvalii</i>							
Ga: Bèdarieux	3,61	3,97	0,79	84	1	4	160°-140°
Ga: Mont Alaric	3,58	3,72	0,84	96	1	4	160°-140°
Ga: La Boissiere	4,03	4,17	0,93	86	1	4	160°-140°
Ga: Saint-Enimie	4,62	4,64	1,02	60	1	4	160°-140°
Ga: Cirque Madasse	4,05	4,09	0,92	90	1	4	160°-140°
Ga: Millau	4,23	4,67	1,08	72	1	4	160°-140°
<i>E. brittingeri</i>							
Ga: Gabás	3,43	3,64	0,43	132	1	3	160°-140°
Hs: Sallent Gallego	3,65	4,05	0,65	210	1	5	160°-140°
Hs: Puente de Reina	3,52	3,77	0,47	186	1	5	160°-140°
Hs: Castejón de Sos	2,87	3,07	0,42	132	1	5	160°-140°
Hs: Montseny	3,24	3,46	0,42	114	1	5	160°-140°
Hs: Sils	3,23	3,46	0,63	132	1	5	160°-140°
Ga: Caussols	3,29	3,66	0,41	156	1	5	160°-140°
Ga: Lopin du Pin	3,04	3,42	0,45	210	1	3	160°-140°
Ga: Uriage	3,16	3,26	0,59	155	1	5	160°-140°
Ga: Vallon d'Archan	2,97	2,87	0,46	180	1	3	160°-140°
Ga: Angoulême	3,43	3,48	0,36	108	1	5	140°-120°
It: Lagaccio	2,88	3,21	0,29	204	1	5	160°-140°
It: Orezza	3,36	3,61	0,47	180	1	5	160°-140°
It: Illusone	3,45	3,48	0,46	132	1	5	160°-140°
It: Zomeais	2,42	2,54	0,26	144	1	5	160°-140°
He: La Dôle	3,43	3,53	0,35	144	1	5	160°-140°
He: Vernier-Peney	3,48	3,62	0,51	132	1	5	160°-140°
Slo: Kozina	3,41	3,61	0,46	138	1	5	160°-140°
Ge: Rixheim	2,87	3,07	0,35	180	1	5	160°-140°
Gr: Montes Varnous	3,25	3,88	0,41	180	1	4	160°-140°
<i>E. dulcis</i>							
Lu: Montalegre	2,81	2,96	0,37	24	2	3	140°-120°
Hs: Espinama	2,79	2,97	0,33	48	2	3	140°-120°
Hs: Puerto de Pontón	3,02	3,12	0,21	24	2	3	140°-120°
Hs: Luarda	2,87	3,05	0,47	42	2	3	140°-120°
Hs: Noves de Segre	2,95	3,13	0,47	18	2	3	140°-120°
Hs: Irati	3,05	3,21	0,58	42	2	3	140°-120°
Ga: Saint-Jean	2,87	2,98	0,51	42	2	3	140°-120°
Ga: Collombey	2,97	3,17	0,78	42	2	3	140°-120°
Ge: Aggerhal	3,08	3,29	0,72	42	2	3	140°-120°
Cz: Závísín	2,89	3,22	0,69	48	2	3	140°-120°
<i>E. angulata</i>							
Hs: Puebla Sanabria	2,73	2,93	0,53	42	2	3	140°-120°
Hs: Chana de Somoza	2,75	3,01	0,21	42	2	3	140°-120°
Hs: La Guiana	2,75	3,00	0,48	60	2	3	140°-120°
Hs: Cabo Oyambre	2,95	3,15	0,55	48	2	3	140°-120°
Ga: Bayonne	2,65	2,91	0,43	24	2	3	140°-120°
<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>polygalifolia</i>							
Hs: Corconte	2,76	3,07	0,49	162	1	5	120°- 90°
Hs: Alto Campoo	3,03	3,29	0,54	204	1	5	120°- 90°
Hs: Lunada	2,85	3,58	0,45	210	1	5	120°- 90°
Hs: Puerto Tomos	3,19	3,46	0,47	150	1	5	120°- 90°
Hs: Reinosa	2,83	3,11	0,51	156	1	5	120°- 90°
Hs: Pico Cordel	2,67	2,83	0,54	150	1	5	120°- 90°
<i>E. polygalifolia</i> subsp. <i>hirta</i>							
Hs: Brandoñas	2,32	2,59	0,35	144	1	6	120°- 90°
Hs: Brandomil	2,31	2,83	0,55	162	1	5	120°- 90°
Hs: Lamas-Zas	2,54	2,74	0,41	108	1	5	120°- 90°
Hs: Cabreira	2,47	2,63	0,38	210	1	3	120°- 90°
Hs: Vegadeo	2,28	2,52	0,41	180	1	5	120°- 90°
<i>E. uliginosa</i>							
Hs: Lamas-Zas	2,70	2,89	0,27	162	1	5	120°- 90°

Els resultats de llargada i amplada expressen la mitjana de la població en mm.

La densitat indica la mitjana del nombre de berrugues per càpsula.

⁽¹⁾ dist.= distribució de les berrugues en la càpsula. 1.- regular; 2.- irregular.

⁽²⁾ forma= forma de les berrugues. 1.- crestades; 2.- subhemisfèriques; 3.- subcòniques
4.- subpiramidals; 5.- digitades; 6.- subcilíndriques.

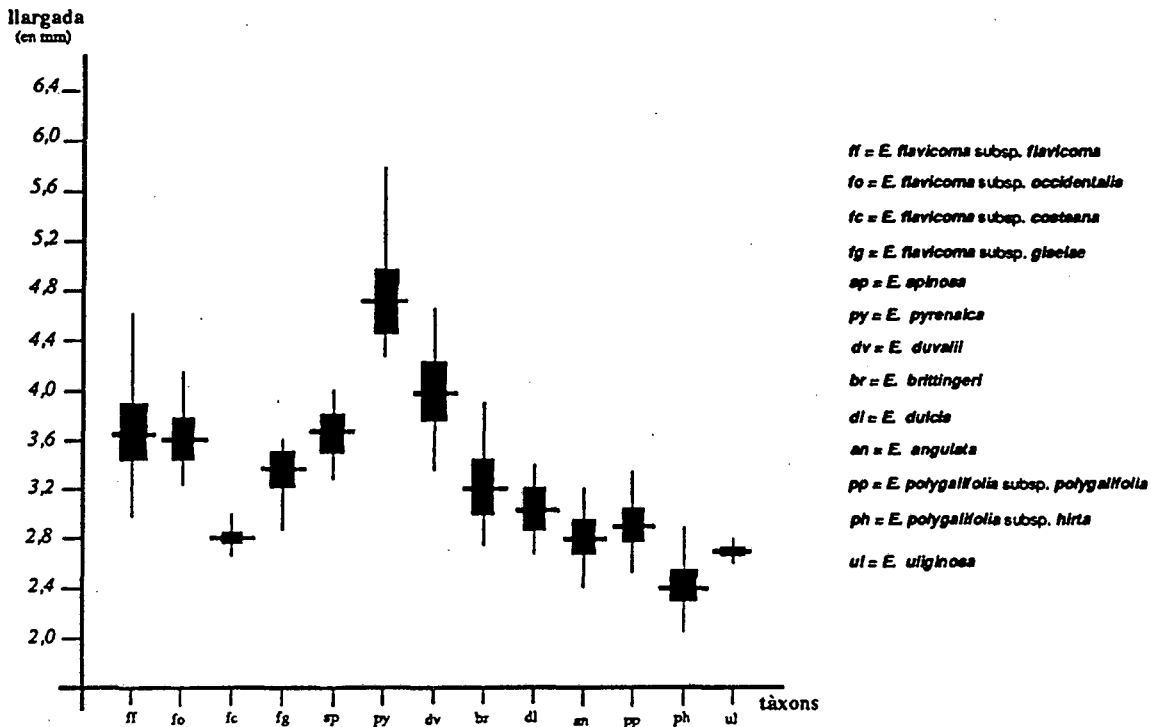


Figura 6.5. TEST GRÀFIC DE SIMPSON & ROE PER A LA LLARGADA DE LA CÀPSULA.

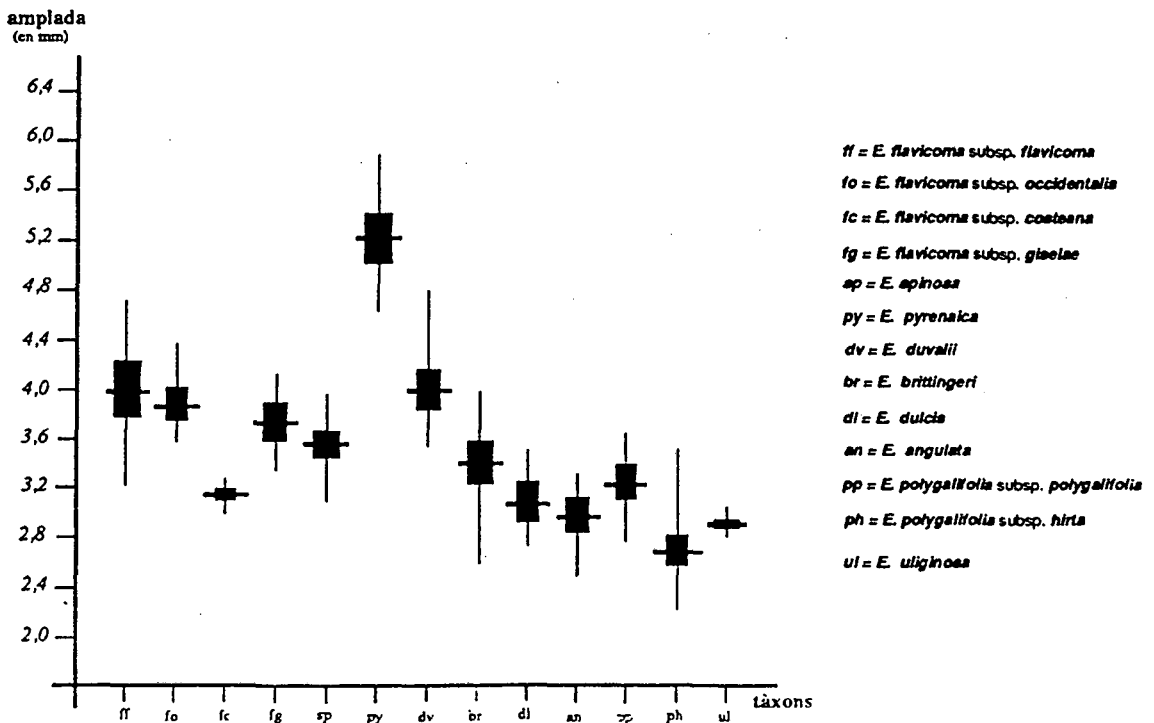


Figura 6.6. TEST GRÀFIC DE SIMPSON & ROE PER A L'AMPLADA DE LA CÀPSULA.

valor indica un poder discriminant baix. Una vegada més, aquest tercer grup format per tàxons amb similituds força elevades ens aporta argumentacions per a pensar en algun tipus de lligam filogenètic comú.

Tot i que no queda gens clara la qüestió de si l'ornamentació de la càpsula és un caràcter evolucionat o no, en una primera aproximació, i pressuposant que la secció *Helioscopia* és un grup natural, és evident una major preponderància de càpsules verrucoses en el sí de la secció (42 espècies en front de 8, en l'àmbit europeu (SMITH & TUTIN, 1968). La distribució geogràfica dels tàxons amb diversos tipus d'ornamentació a la càpsula, ens fa especular amb un (o més) avantpassats de càpsules verrucoses que, en el seu camí de diversificació, han manifestat una tendència a augmentar les protuberàncies en nombre i llargada. Segons aquesta apreciació, i tenint molt en compte la teoria de l'origen del subgènere *Esula* a Europa establerta per KUZMANOV (1964), que proposa un flux de distribució a partir de la Península Ibèrica en direcció nord i est, podríem aventurar-nos a admetre *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* com un dels tàxons més antic dins de les estirps que es consideren en aquest treball. Seria a partir d'aquesta espècie que, en el seu camí vers el nord, s'hauria originat *E. brittingeri* (amb berrugues més llargues i en major nombre) que, a la vegada, hauria donat lloc a *E. duvalii* amb berrugues de majors dimensions que l'espècie anterior. Altrament, és de suposar que *E. flavicoma* subsp. *flavicoma* hauria sofert també una diferenciació envers l'oest, per a donar lloc a *E. flavicoma* subsp. *occidentalis* (amb berrugues més allargades i denses) que, posteriorment, hauria originat *E. polygalifolia* subsp. *polygalifolia* (amb berrugues encara més allargades i denses). Sembla que fenòmens d'evolució semblants (augment de dimensions i llargada de les berrugues) s'haurien produït en la migració cap a l'est de la regió Mediterrània tot i que, a partir dels nostres coneixements actuals, no podem suggerir altra cosa que tendències.

Una inspecció preliminar de la càpsula d'espècies presumptament relacionades amb els tàxons que s'estudien en aquest treball, aporta nous arguments a la connexió d'alguns dels nostres tàxons amb espècies centroeuropees, nordafricanes i de la Mediterrània oriental. Així, es fan notar semblances marcades entre *E. flavicoma* i el grup nordafricà i ibèric d'*E. squamigera* Loisel., *E. clementei* Boiss. i *E. bivonae* Steudel; entre *E. spinosa* amb *E. acanthothamnos* Heldr. & Sart. ex Boiss. de la Mediterrània més oriental; entre *E. pyrenaica* i *E. capitulata* Reichenb. i *E. schottiana* Boiss. de les altes muntanyes de Grècia i Anatòlia, respectivament i entre *E. dulcis*-*E. angulata* i *E. carniolica* Jacq. de distribució centroeuropea. En tots el casos la similitud dels caràcters capsulars juntament amb d'altres de tipus morfològic, apunten cap a un cert parentiu entre les espècies abans esmentades. En aquest context, voldríem fer notar la qualitat d'aquest òrgan com a bon marcador de les connexions entre diferents tàxons.

Un examen detingut de la taula de resultats, ens pot fer adonar, si comparem els valors dels diferents errors estàndars, de marges de variació força estrets dins de les poblacions però, a la vegada, de diferències considerables entre les diverses poblacions estudiades. Aquesta invariabilitat intrapoblacional, constatada parcialment en la biometria del pol.len (cf. capítol 5.3), però que es manifesta obertament en la morfologia general de la planta i de les càpsules

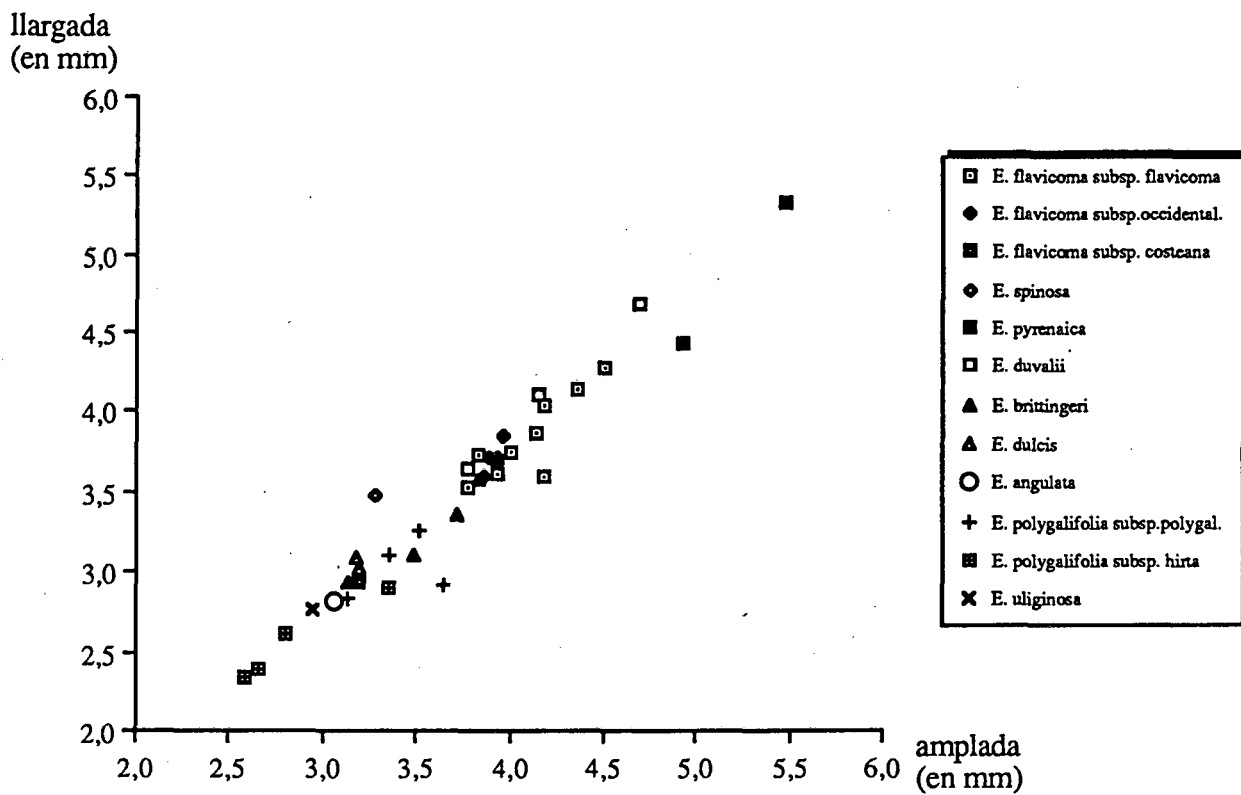


Figura 6.7. RELACIÓ LLARGADA/AMPLADA DE LA CÀPSULA.

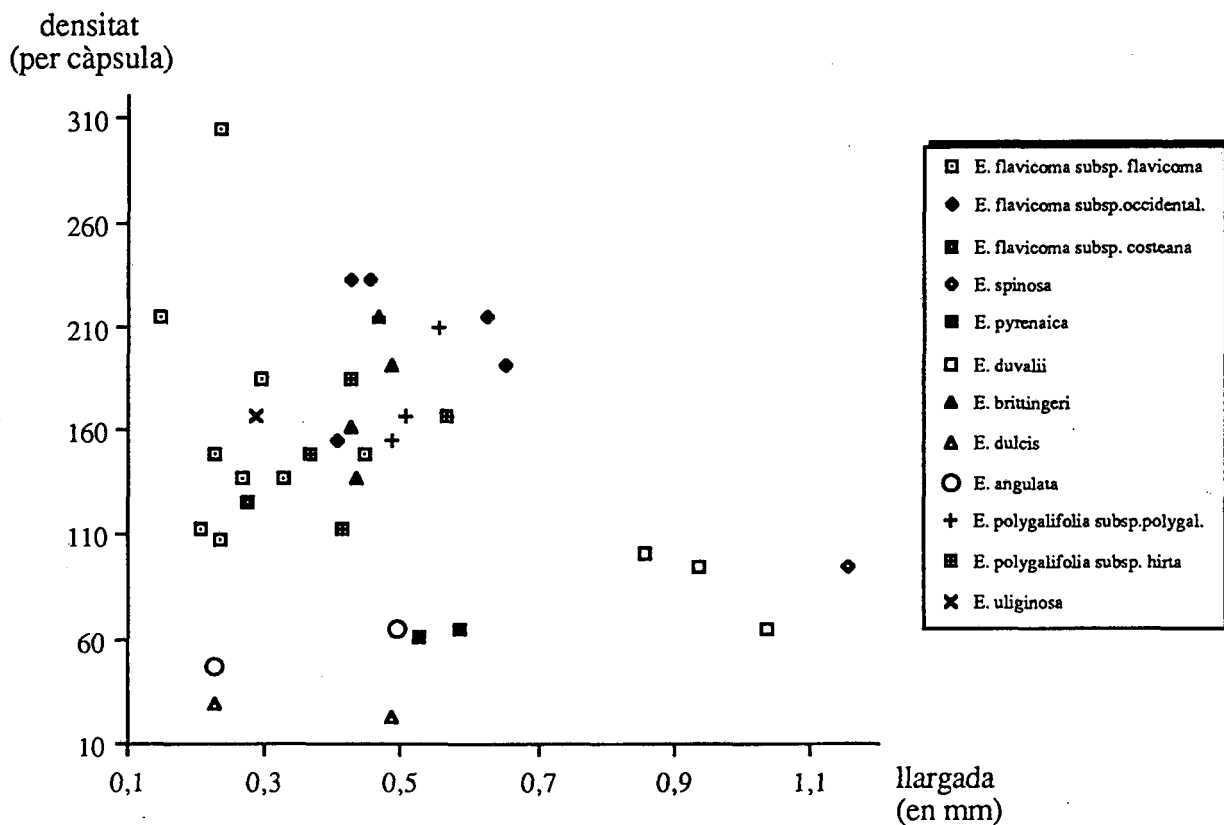


Figura 6.8. RELACIÓ DENSITAT/LLARGADA DE LES BERRUGUES.

Taula 6.4. BIOMETRIA DE LES CÀPSULES AGRUPADA PER TÀXONS

TÀXONS	n	LLARGADA (A)		AMPLADA (B)		rel. A/B	BERRUGUES				angle solcs
		interval	m ± ES	interval	m ± ES		alçada	densitat	⁽¹⁾ dis.	⁽²⁾ fo.	
<i>E. flavicoma</i>	135	3,0-4,6	3,74±0,13	3,2-4,7	4,00±0,13	0,93	0,25	151	1	2	180°-160°
subsp. <i>flavicoma</i>											
<i>E. flavicoma</i>	100	3,3-4,2	3,62±0,12	3,6-4,3	3,79±0,12	0,95	0,56	175	1	5	160°-140°
subsp. <i>occidentalis</i>											
<i>E. flavicoma</i>	10	2,7-3,0	2,86±0,03	3,0-3,3	3,13±0,03	0,91	0,26	120	1	3	180°-160°
subsp. <i>costeana</i>											
<i>E. flavicoma</i>	10	2,9-3,6	3,44±0,08	3,4-4,1	3,80±0,09	0,91	0,36	194	1	3	180°-160°
subsp. <i>giselae</i>											
<i>E. spinosa</i>	35	3,3-4,0	3,69±0,13	3,1-3,9	3,62±0,04	1,02	1,21	98	1	6	160°-140°
<i>E. pyrenaica</i>	55	4,3-5,8	4,70±0,14	4,7-5,8	5,19±0,14	0,91	0,46	38	2	1	160°-140°
<i>E. duvalii</i>	45	3,3-4,7	4,02±0,13	3,5-4,8	4,21±0,13	0,95	0,93	81	1	4	160°-140°
<i>E. brittingeri</i>	120	2,6-3,9	3,22±0,11	2,7-4,0	3,43±0,13	0,94	0,44	157	1	5	160°-140°
<i>E. dulcis</i>	60	2,7-3,4	2,93±0,12	2,8-3,5	3,11±0,14	0,94	0,51	37	2	3	140°-120°
<i>E. angulata</i>	35	2,4-3,2	2,77±0,12	2,5-3,3	3,00±0,13	0,92	0,48	43	2	3	140°-120°
<i>E. polygalifolia</i>	55	2,6-3,3	2,91±0,11	2,8-3,8	3,23±0,12	0,90	0,48	171	1	5	120°- 90°
subsp. <i>polygalifolia</i>											
<i>E. polygalifolia</i>	45	2,1-2,9	2,38±0,11	2,3-3,5	2,66±0,12	0,89	0,42	160	1	5	120°- 90°
subsp. <i>hirta</i>											
<i>E. uliginosa</i>	10	2,6-2,8	2,70±0,02	2,8-3,0	2,89±0,02	0,93	0,27	162	1	5	120°- 90°

Els resultats de llargada i amplada de la càpsula i d'alçada de les berrugues s'expressen en mm. (n = nombre de mostres; m = mitjana; ES = error estàndard)

⁽¹⁾ dis.= distribució de les berrugues sobre la càpsula. 1.- regular; 2.- irregular.

⁽²⁾ fo.= forma de les berrugues. 1.- crestades; 2.- subhemisfèriques; 3.- subcòniques; 4.- subpiramidals; 5.- digitades; 6.- subcilíndriques.

en particular, pot indicar un cert aïllament interpoblacional sobretot en aquelles colònies que han prosperat en algunes serralades més o menys isolades. Aquest fet no possibilitaria els intercanvis genètics entre poblacions i, conseqüentment, el genotipus s'expressaria sempre en un fenotipus semblant que comportaria multitud de "formes" intermèdies dins un tàxon considerat.

Coincidim, a grans trets, amb els resultats observats en les flors a l'ús consultades. Estem d'acord, tal com han intuït alguns autors (BOISSIER, 1862; SMITH & TUTIN, 1968), que la futura disgregació de la subsecció *Galarrhaei* en categories més petites (sèries) hauria de contemplar com a fet diferencial de primer ordre els caràcters capsulars.

Alguns autors es van servir de les càpsules per descriure nous tàxons. Tal i com podem llegir en el protòleg ("*verrucis hemisphaerico conicis abbreviatis*") BOISSIER (1862) es va servir d'aquesta condició per descriure *E. spinosa* var. *brachyadenia*. De la mateixa manera, MERINO (1909) parla de "*capsula verrucis destituta*" com a tret més destacat del nou tàxon *E. dulcis* var. *laevis*. Després d'examinar, amb molta atenció, càpsules d'ambdues espècies, no hem apreciat diferències significatives ni pel que fa a la variabilitat d'aquest caràcter dins l'espècie, ni en un possible lligam d'aquest caràcter amb distribucions geogràfiques particulars. El coneixement dels intervals de variació d'aquest caràcter juntament amb el fet, sovint palès i comentat anteriorment, d'una caducitat espontània de les berrugues (particularment freqüent en aquestes espècies), ens inclina a fer-nos pensar en una possible confusió, una vegada observats els materials tipus dels autors en trobar-se davant d'espècimens amb càpsules poc corrents.

De totes maneres, estem convençuts de la necessitat d'un estudi global de les càpsules en tots els representats de la secció *Helioscopia*. Els caràcters carpològics seran de gran ajuda per tal de deduir fenòmens d'afinitats i convergències entre els diversos grups que conformen aquesta àmplia i complexa secció.

6.2. MORFOLOGIA DE LES GRANES

6.2.1. INTRODUCCIÓ

Els trets morfològics de les granes són, generalment, molt importants des d'un punt de vista taxonòmic, ja que a causa de la constància i estabilitat dels caràcters seminals, la diversitat que hom pot observar té, generalment, un elevat valor diagnòstic (BARTHLOTT, 1981; TIFFNEY, 1984).

Les granes del gènere *Euphorbia* són llises, rarament amb elements esculturals, amb o sense mucíl·lags i de forma generalment oval (CORNER, 1976). Les granes de la gran majoria de les espècies estan proveïdes d'una estructura carnososa, anomenada carúncula, situada

lleugerament de costat a la part superior de la grana i a la qual s'han atribuït funcions relacionades amb la dispersió mirmecocòrica (SERNANDER, 1906; PIJL, 1982; BEATTIE, 1985; PEMBERTON, 1988). Aquestes granes tanquen un albumen força oleaginós amb l'embrió erecte i cotilèdons amples i aplanats (LAVIALLE & DELACROIX, 1922b).

Tot i aquesta descripció general, en realitat les granes d'*Euphorbia* tenen una gran diversitat de formes, dimensions i ornamentació sens dubte lligades a fenòmens d'adaptació al medi i als mecanismes de dispersió (STEBBINS, 1970).

Malgrat que la majoria d'autors han aprofundit sempre poc en la morfologia de la carúncula, aquesta pot aportar tanta o més informació que la grana per si mateixa. Així, a més de caràcters com la mida, la forma, la posició transversal o erecta, la presència i forma de solcs longitudinals o de porus, el color i la longitud del pedicel, etc., que poden arribar a caracteritzar algunes espècies, té una especial transcendència des del punt de vista evolutiu, la presència o absència d'aquesta carúncula.

En els darrers anys, i mercès a l'ajut de les tècniques de Microscòpia Electrònica, s'han pogut observar microcaràcters que fins fa poc passaven forçosament inadvertits (BRISSON & PETERSON, 1976; BARTHLOTT, 1984).

El gran nombre de caràcters observables, sumat al fet, comentat anteriorment, de la poca variabilitat d'aquests caràcters dins un mateix tàxon, fan que en determinats gèneres (com és el cas del gènere *Euphorbia*) el poder discriminant dels trets morfològics de la grana permeti separar en molts casos fins a nivell específic (VINDT, 1960). En el grup que ens ocupa, tant és així, que la carpologia per si mateixa (i entesa en el sentit ampli de càpsules que contenen granes), proporciona un nombre de caràcters suficients per a la elaboració, al final d'aquest capítol, d'una clau per a distingir-ne les espècies.

6.2.1.2. Antecedents històrics

Els caràcters morfològics de la grana van ser, en un principi, ben poc considerats. Així, LINNÉ (1753, 1757) no va fer esment a cap característica de la grana en el moment de descriure espècies del grup que ara ens ocupa. Cal esperar la monografia d'eufòrbies de BOISSIER (1860) per trobar les primeres descripcions de les granes. Aquestes descripcions, encara que modestes, detallen amb poques paraules la forma de la grana i de la carúncula, aspectes que li permeten, en alguns casos, poder diferenciar espècies.

És a partir d'aquest treball de Boissier que els caràcters seminals comencen a prendre força i a ser utilitzats habitualment en les flores. D'aquesta manera, COSTE (1905); ROUY (1910); FIORI (1933) detallen cada vegada amb més precisió la morfologia de la grana, incorporant alguns d'aquests caràcters a les claus.

Posteriorment, autors més recents com PROKHANOV (1949), SMITH & TUTIN (1968) o RADCLIFE-SMITH (1982), fan un pas més i utilitzen característiques de la grana a l'hora de descriure rangs supraespecífics i fan notar, d'aquesta manera, l'interès creixent dels caràcters lligats a la morfologia de la llavor.

VINDT (1953) en la seva monografia de les eufòrbies del Marroc, manifesta explícitament la importància dels caràcters morfològics de les granes en general i particularment en la sistemàtica de la família *Euphorbiaceae*. Tant és així, que inclou, a més d'una descripció completa i acurada per a cada espècie, una clau que permet, mitjançant un examen minuciós dels caràcters seminals, discriminar fins a nivell específic.

Cal fer un petit esment als treballs de CESCO (1961, 1963) en material d'*E. dulcis* i *E. spinosa* i KAPIL (1961), amb material d'*E. dulcis*, que, tot i ser fonamentalment treballs anatòmics i embriològics, aporten algunes de les poques dades, llevat de les flors, que hem pogut obtenir del grup d'eufòrbies que ara estudiem.

A nivell micromorfològic, cal destacar el treball d'EHLER (1974, 1976) en què, utilitzant tècniques de Microscòpia Electrònica de Rastreig, fa una revisió de totes les seccions del gènere *Euphorbia*. Tot i la novetat que representa la utilització de nous microcaràcters com són l'índex cel·lular, el dibuix cel·lular, la forma de les parets anticlinals i el relleu de les parets periclinals, el fet d'estudiar poques espècies dins de cada secció resta rigorositat en el moment de fer les descripcions de les seccions i una valoració general del gènere. Cal assenyalar, que aquest és el primer treball del qual tenim referència, on s'estudien granes del grup d'eufòrbies que ara ens ocupa (concretament *E. spinosa* i *E. brittingeri*).

Per últim, hem d'esmentar el complet treball de revisió BAIGES (1989). S'hi estudien, tant amb MO com amb MER, un total de 2923 granes d'*Euphorbia* corresponents a 95 tàxons, tots ells provinents de la Península Ibèrica i de les Illes Balears. Per a cada tàxon es va realitzar un exhaustiu estudi de 25 caràcters, tant quantitius com qualitius, amb una especial atenció a la micromorfologia i a l'aparició de mucíl·lacs en la testa d'algunes granes. Finalment, aporta una valuosa descripció (amb fotografies amb el MER) per tàxon, juntament amb unes claus que delimiten fins a nivell d'espècie.

No cal dir que aquest treball, a més de l'ajut que ens ha representat, ha estat un bon punt de partida per a les nostres investigacions.

6.2.2. MATERIAL I MÈTODES

6.2.2.1. Procedència del material

La selecció de material s'ha dut a terme seguint els mateixos criteris establerts per a les càpsules. Per un costat, granes recol·lectades de les poblacions que hem visitat (P.S.E.B.) i sobre les que s'ha efectuat una biometria el més completa possible, base per a la posterior

descripció dels diferents tàxons. Aquesta biometria també ens ha permès fer una valoració dels caràcters de la grana amb més interès taxonòmic i que corresponen a aquells que més tard han estat considerats a l'hora de fer la biometria en material de plec d'herbari. Les poblacions triades de plec d'herbari han estat les mateixes que s'han utilitzat en el capítol de la càpsula. Calia que això fos així donada la intenció que teníem de tractar les dades amb Taxonomia numèrica. La referència completa del material estudiat cal anar a cercar-la a l'apèndix 6.1 del capítol anterior.

6.2.2.2. Instrumentació i preparació de les mostres

a.- OBSERVACIONS MACROSCÒPIQUES

Les granes, obtingudes en fresc o extretes de plec d'herbari, s'han rentat, abans d'ésser observades, amb alcohol de 96°. A causa de llur forma, és difícil mantenir les granes en les diverses posicions que calen per a mesurar els tres eixos fonamentals; per aquesta raó, les granes van ser fixades sobre cinta autoadhesiva amb l'orientació apropiada per a la seva mesura. L'estereomicroscopi utilitzat ha estat el mateix que hem indicat en el capítol anterior (vegeu capítol 6.1).

S'ha pres nota de les dimensions de la grana (llargada, amplada i gruix), dimensions de la carúncula (llargada i amplada) i llargada del pedicel.le que soporta la carúncula. La figura 6.10 il.lustra els llocs en què han estat preses les mesures segons les diverses orientacions. Com a caràcters qualitatius, hem considerat el color de l'episperma, forma plana de la grana en secció longitudinal, aspecte de la superfície, evidència de la càlaza i tipus de carúncula segons un criteri propi establert prèviament i exemplificat a la figura 6.9.

Tot i que VINDT (1953) mesura la llargada de la grana sense comptar-hi la carúncula, creiem que la seva inclusió en aquest paràmetre és més real pensant, sobretot, en el seu estat tal i com la trobem a la Natura. Una altra argumentació és de tipus més aviat pràctic atès que la mesura amb carúncula inclosa possibilita comparar els valors amb la majoria d'altres autors, que han pres les mesures d'aquesta manera.

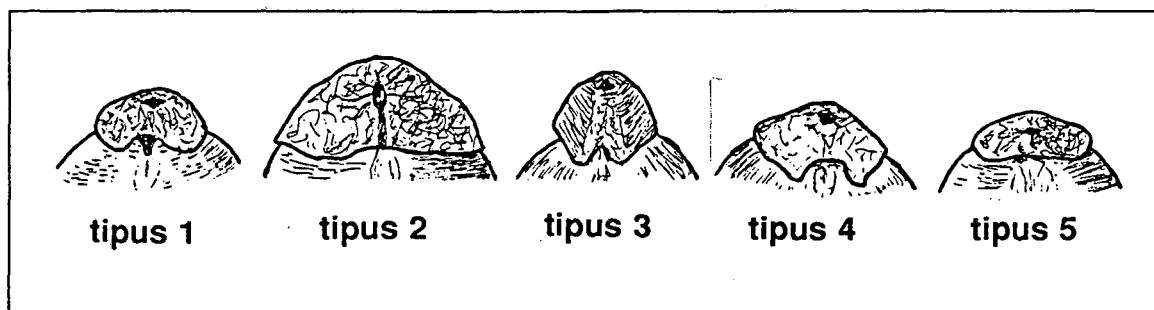
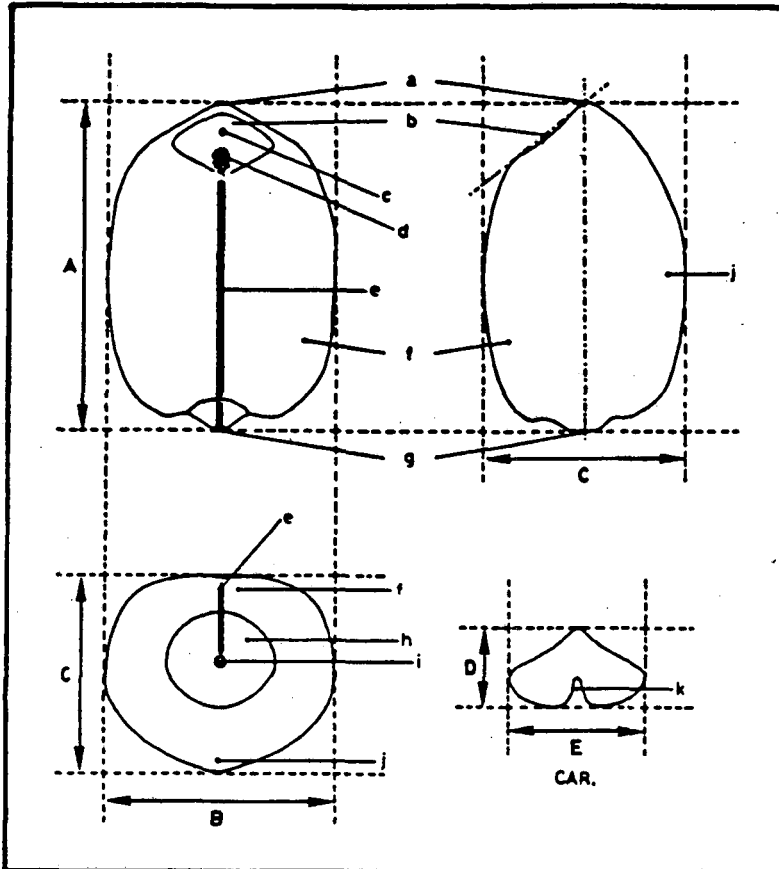


Figura 6.9. TIPOLOGIA DE LES CARÚNCULES DE LES GRANES

S'han pres les mesures de 20 granes de P.S.E.B. preses a l'atzar entre el material preseleccionat com a representatiu. Per a la resta de poblacions, hem considerat suficient la mesura de 10 granes.



- (¹¹) A Llargada
 B Amplada ventral
 C Gruix lateral
 D Llargada de la carúncula
 E Amplada de la carúncula
 a Àpex de la grana
 b Zona de l'hílum
 c Punt d'inserció de la carúncula
 d Fals hílum
 e Rafe
 f Cara ventral
 g Base
 h Càlaza
 i Hílum
 j Cara dorsal
 k Escotadura de la carúncula

(¹¹) Les lletres majúscules senyalen els paràmetres mesurats)

Figura 6.10. ESQUEMA DE LA GRANA I PARÀMETRES MESURATS

Puix que el gruix lateral de la grana aporta poca o nul·la informació addicional per tal de diferenciar tàxons, aquest paràmetre s'ha ignorat en el material de plec. De la mateixa manera, no s'ha tingut en consideració el tipus de carúncula ateses les deformacions que pateix amb el pas del temps.

b.- OBSERVACIONS MICROSCÒPIQUES AMB EL MER.

Davant la impossibilitat d'utilitzar sistemàticament el MER, ens hem vist obligats a limitar el nombre de poblacions estudiades a aquelles que nosaltres mateixos hem visitat (P.S.E.B.). L'instrumental per a preparar i visualitzar les mostres ha estat el mateix que s'indica al capítol 6.1.

Abans de preparar les mostres, és important haver seleccionat prèviament les granes sota la lupa binocular puix que és força freqüent de trobar-se amb granes on s'ha després la carúncula per efectes mecànics o de fricció. Tanmateix, moltes carúncules són fàcilment

contaminades per hifes de fongs i, consegüentment, no són aptes per a ser observades amb el MER. També, tot i ser poc freqüent, alguna vegada ens hem sorprès en constatar granes mesclades de diversos tàxons en un mateix plec.

Com en el capítol anterior, la preparació de les mostres també ha reportat més entrebancs dels previstos. En primera instància, les granes un cop seleccionades i rentades amb alcohol de 96°, es muntaven sobre un *stub* metàl·lic amb cinta biadhesiva en les diverses posicions. Això assegurava l'obtenció d'unes imatges totalment netes en les fotografies, però, per motiu d'una transmissió elèctrica insuficient sorgien problemes de càrrega. Seguint les indicacions del personal del Servei de Microscòpia Electrònica de la Universitat de Barcelona on s'han realitzat totes les observacions, les mostres van ser recobertes amb una capa d'uns 20 nm de carboni amb l'ajut d'un evaporador (coating unit) high vacuum Ltd. model 1286/1266. Posteriorment, la mostra es metal·litzà seguint la pauta de costum. La conveniència del doble recobriment carboni-or per tal d'evitar la mala conductivitat, millorava en part la imatge observada però accentuava les deficiències a la zona de la carúncula. Cal recordar que les carúncules estan unides a la grana sols per un petit pedicel·le interior difícilment accessible a la pluja d'or. El fet que les granes siguin cossos grans de forma subesfèrica i, per tant, amb un únic punt de contacte amb el *stub*, dificulta encara més aquesta transmissió elèctrica a través del fi recobriment carboni-or. Per tal d'afavorir la transmissió, vam optar per adherir les mostres amb plata col·loïdal, tot i l'inconvenient que això suposava per a l'estètica de les fotografies. Tot i així els problemes de càrrega electrostàtica a nivell de carúncula no van desaparèixer completament.

Aquest és un problema encara no resolt i que depassa l'objectiu d'aquesta Memòria per entrar de ple en la recerca metodològica en Microscòpia Electrònica de Rastreig. No obstant això, cal dir que es tracta d'una dificultat que es presenta en molts altres gèneres, la resolució de la qual és de gran interès per tots aquells que s'ocupen de micromorfologia de granes. Per això, encara en el moment de redactar aquesta Memòria es realitzen proves de tancament de les mostres en un recipient amb atmosfera saturada de tetròxid d'osmi durant un mínim de 24 hores. Posteriorment, es metal·litzen amb una capa d'or durant 6 minuts. Els resultats pel que fa a la càrrega són excel·lents, però proves realitzades amb granes únicament metal·litzades que hem utilitzat com a control, han demostrat la pèrdua del detall a nivell de les microestructures superficials de la grana, fenomen de difícil explicació.

Els caràcters micromorfològics s'han seleccionat d'entre els que indica BAIGES (1989). Els paràmetres considerats són la forma i topografia de les cèl·lules de l'episperma i l'ICS. (índex de cèl·lules per unitat de superfície). Aquest índex s'ha obtingut de comptar el nombre de cèl·lules en una unitat de superfície coneguda i la seva posterior estandarització per a una superfície d'100 μm^2 . La resta de caràcters assenyalats per BAIGES (1989) no han estat considerats per la uniformitat que presentaven entre els nostres tàxons estudiats.

6.2.3. RESULTATS

Les taules 6.5, 6.6 i 6.7 detallen els resultats obtinguts de les P.S.E.B. per al conjunt de paràmetres establerts per a la grana i la carúncula, respectivament. La taula 6.9 sintetitza per tàxons els valors finals dels trets característics de les granes del nostre grup d'*Euphorbia*. Aquests valors s'han obtingut a partir dels resultats aconseguits per a cadascuna de les poblacions estudiades i referenciades, a la vegada, en les taules 6.8. La figura 6.15 representa, mitjançant un diagrama de dispersió simbòlica, les dades de llargada i amplada de totes les poblacions P.S.E.B. estudiades. La figura 6.16 representa gràficament la mitjana juntament amb l'amplitud dels valors del IC per tàxons. Amb dades compendiades per tàxons hem confeccionat (figures 6.13 i 6.14) dos tests gràfics de Simpson i Roe (PYLUM & HIDEUX, 1977), un per a la llargada i l'altre per a l'amplada. Les figures 6.9 i 6.10 mostren les granes en posició dorsal i ventral, respectivament amb el MER. També observades amb el MER, s'exposen les diverses carúncules (figura 6.11) així com la topografia de l'episperma (figura 6.12) per a les estirps considerades.

6.2.3.1. Dimensions:

Les dimensions de les granes, referides a les mitjanes i error estàndard de la llargada i amplada per tàxon, oscil·len entre $2,84 \pm 0,13 \times 2,15 \pm 0,11$ per a *E. pyrenaica*, i $1,74 \pm 0,1 \times 1,27 \pm 0,07$ per a *E. polygalifolia* subsp. *hirta*.

Les mesures referents al gruix de la grana han exhibit fortes variacions que al nostre criteri no són pròpies de cap tàxon en concret, sinó que més aviat es reparteixen a l'atzar entre tot el material estudiat. Solament la relació amplada-gruix ens mostra índexs alts, estadísticament significatius, en el cas d'*E. flavicoma* subsp. *flavicoma*.

6.2.3.2. Forma:

La forma de les llavors varia considerablement entre els tàxons estudiats, tot i endevinar-se (en alguns tàxons més que en d'altres) formes predominants. Hem establert 3 grans tipus:

a.-LLAVORS OVALS

De secció longitudinal clarament ovada i la base clarament truncada. Característic d'*E. flavicoma* subsp. *occidentalis* i *E. flavicoma* subsp. *flavicoma*, és en aquest últim tàxon on també s'han observat figures amb tendència piriforme.

b.-LLAVORS SUBGLOBULOSES

De volum subesferoïdal i secció longitudinal d'amplament el·líptica a subcircular. Corresponen manifestament a aquest tipus les granes d'*E. polygalifolia*, *E. dulcis* i *E. duvalii*.

c.-LLAVORS SUBCILÍNDRIQUES

De secció longitudinal oblonga, l'únic representant d'aquest tipus és *E. spinosa*, tot i que de vegades també presenta formes subglobuloses.



Taula 6.5. BIOMETRIA DE LES GRANES DE LES P.S.E.B.: dimensions

POBLACIÓ	LLARGADA (A)		AMPLADA (B)		REL. A/B	GRUIX	
	interval	m ± ES	interval	m ± ES		interval	m ± ES
ff-Ma	2,8-3,0	2,90±0,04	1,9-2,2	2,08±0,05	1,39	1,5-1,8	1,67±0,02
ff-Mu	2,4-2,5	2,43±0,03	1,8-2,0	1,90±0,05	1,28	1,6-1,8	1,74±0,01
ff-T	2,5-2,8	2,66±0,02	1,8-2,2	2,03±0,03	1,31	1,5-1,7	1,59±0,02
ff-L	2,1-2,4	2,27±0,01	1,8-2,0	1,87±0,02	1,21	1,5-1,7	1,61±0,02
ff-B2	2,4-3,2	2,76±0,06	1,7-2,2	1,96±0,03	1,41	1,5-2,1	1,75±0,04
ff-B4	2,4-2,7	2,54±0,02	1,8-2,2	2,07±0,02	1,23	1,9-1,7	1,80±0,01
ff-Gi	2,0-2,5	2,31±0,02	1,6-1,9	1,77±0,02	1,31	1,4-1,7	1,54±0,10
ff-Au1	2,6-3,1	2,91±0,05	1,7-2,3	2,00±0,05	1,46	1,5-1,8	1,67±0,03
ff-Au2	2,6-2,9	2,77±0,03	1,9-2,1	1,98±0,02	1,40	1,6-1,8	1,69±0,02
	2,0-3,2	2,62±0,03	1,6-2,3	1,96±0,03	1,33	1,4-2,1	1,67±0,03
fo-Le1	2,3-2,7	2,56±0,02	1,7-2,0	1,81±0,02	1,41	1,3-1,5	1,42±0,02
fo-Le2	2,0-2,7	2,41±0,03	1,7-2,0	1,83±0,01	1,32	1,4-1,6	1,49±0,01
fo-O2	2,4-2,7	2,53±0,03	1,9-2,1	2,00±0,02	1,27	1,4-1,6	1,53±0,02
fo-O3	2,0-2,3	2,25±0,02	1,6-2,0	1,79±0,02	1,26	1,3-1,6	1,48±0,01
fo-C2	1,9-2,2	2,07±0,02	1,6-1,8	1,69±0,01	1,22	1,3-1,6	1,42±0,02
	1,9-2,7	2,36±0,02	1,6-2,1	1,82±0,03	1,30	1,3-1,6	1,47±0,02
fc-Av	2,0-2,3	2,13±0,02	1,6-1,8	1,72±0,01	1,24	1,4-1,7	1,58±0,02
sp-AM2	2,3-2,6	2,52±0,02	1,4-1,6	1,50±0,01	1,68	1,2-1,4	1,25±0,01
py-HP	2,3-2,5	2,42±0,03	1,8-2,0	1,90±0,03	1,27	1,7-2,3	2,11±0,02
py-Bu	3,0-3,6	3,37±0,03	2,0-2,5	2,36±0,02	1,43	1,8-2,3	2,14±0,03
	2,3-3,6	2,90±0,02	1,8-2,5	2,13±0,03	1,35	1,7-2,3	2,13±0,01
dv-Au	2,4-2,8	2,62±0,02	1,8-2,3	2,07±0,03	1,27	1,4-1,8	1,60±0,02
dv-Lo	2,4-3,1	2,70±0,04	1,9-2,4	2,15±0,03	1,26	1,5-1,9	1,69±0,02
dv-Av	2,4-2,7	2,60±0,02	2,0-2,3	2,16±0,02	1,20	1,5-1,9	1,70±0,02
	2,4-3,1	2,64±0,02	1,8-2,4	2,13±0,02	1,24	1,4-1,9	1,66±0,03
br-Hu1	2,2-2,6	2,35±0,02	1,8-2,1	1,93±0,02	1,22	1,5-1,7	1,60±0,02
br-Hu3	2,1-2,4	2,28±0,02	1,6-1,8	1,71±0,02	1,33	1,3-1,5	1,43±0,01
br-AM1	2,1-2,4	2,28±0,01	1,6-1,9	1,78±0,02	1,28	1,3-1,6	1,47±0,02
br-AM2	2,0-2,4	2,19±0,02	1,6-1,9	1,74±0,02	1,26	1,3-1,7	1,48±0,02
	2,0-2,6	2,28±0,02	1,6-2,1	1,79±0,02	1,27	1,3-1,7	1,50±0,03
dl-Le	2,0-2,5	2,26±0,03	1,4-1,7	1,54±0,02	1,47	1,3-1,6	1,47±0,01
dl-L	2,2-2,6	2,41±0,02	1,7-1,9	1,79±0,01	1,35	1,4-1,7	1,55±0,02
	2,0-2,6	2,34±0,03	1,4-1,9	1,67±0,02	1,41	1,3-1,7	1,51±0,03
an-Le1	1,8-2,1	1,87±0,02	1,3-1,7	1,46±0,02	1,28	1,2-1,5	1,32±0,02
an-Le2	1,8-2,1	2,03±0,02	1,5-1,7	1,58±0,01	1,28	1,2-1,4	1,29±0,01
	1,8-2,1	1,95±0,02	1,3-1,7	1,52±0,01	1,28	1,2-1,5	1,31±0,01
pp-S	1,9-2,2	2,02±0,02	1,4-1,7	1,55±0,20	1,30	1,1-1,4	1,25±0,03
pp-Bu1	1,7-2,0	1,83±0,02	1,4-1,6	1,50±0,02	1,22	1,2-1,4	1,27±0,01
pp-Bu2	1,7-2,1	1,89±0,02	1,3-1,6	1,47±0,02	1,29	1,2-1,4	1,29±0,02
pp-Bu3	1,6-2,0	1,80±0,02	1,4-1,6	1,51±0,01	1,19	1,3-1,5	1,39±0,01
	1,6-2,2	1,89±0,02	1,3-1,7	1,51±0,01	1,25	1,1-1,5	1,30±0,03
ph-O	1,7-1,9	1,78±0,02	1,2-1,5	1,36±0,02	1,31	1,0-1,2	1,14±0,01
ph-C1	1,5-1,7	1,61±0,01	1,1-1,3	1,22±0,01	1,32	1,0-1,2	1,09±0,02
ph-C2	1,7-2,0	1,85±0,02	1,2-1,4	1,32±0,01	1,40	1,1-1,3	1,26±0,01
ph-C3	1,5-1,8	1,71±0,02	1,1-1,4	1,24±0,02	1,38	1,0-1,2	1,12±0,01
	1,5-2,0	1,74±0,02	1,1-1,5	1,29±0,01	1,35	1,0-1,3	1,15±0,03
ul-C1	1,9-2,2	2,05±0,01	1,3-1,6	1,48±0,02	1,39	1,0-1,3	1,17±0,02

⁽¹⁾Els codis de cada població s'expressen a la taula 2.1. Els resultats s'expressen en mm. (m = mitjana; ES = error estàndard). En ombrejat s'indica l'interval total del tàxon i la mitjana dels valors de les poblacions d'un mateix tàxon.

Taula 6.6. BIOMETRIA DE LES GRANES DE LES P.S.E.B.: caràcters qualitius i I.C.

⁽¹⁾ POBLACIONS	COLOR	FORMA	SUPERFÍCIE	CÀLAZA	⁽²⁾ I.C.
ff-Ma	bru clar	ovada	puntejada	manifesta	2120
ff-Mu	bru	el.líptica	puntejada	manifesta	1980
ff-T	bru fosc	ovada	puntejada	força manifesta	2055
ff-L	bru	ovada	puntejada	manifesta	1976
ff-B2	bru	ovada	puntejada	manifesta	2160
ff-B4	bru	el.líptica	puntejada	manifesta	2035
ff-Gi	bru	ovada	puntejada	poc manifesta	2120
ff-Au1	bru	ovada	puntejada	manifesta	2147
ff-Au2	bru	ovada	puntejada	manifesta	2305
	bru	ovada	puntejada	manifesta	2100
fo-Le1	bru clar	ovada	puntejada	força manifesta	2291
fo-Le2	bru	ovada	puntejada	manifesta	2450
fo-O2	bru	ovada	rugoses	manifesta	2410
fo-O3	bru	ovada	rugoses	manifesta	2380
fo-C2	bru/negre	ovada	punt./rug.	poc manifesta	2449
	bru	ovada	punt./rug.	manifesta	2396
fc-Av	bru	el.líptica	punt./rug.	poc manifesta	2953
sp-AM2	bru	oblonga	puntejada	poc manifesta	2835
py-HP	bru fosc	el.líptica	puntejada	molt manifesta	1640
py-Bu	bru fosc	el.líptica	puntejada	molt manifesta	1594
	bru fosc	el.líptica	puntejada	molt manifesta	1617
dv-Au	bru gris	ovada	puntejada	poc manifesta	1890
dv-Lo	bru	el.líptica	puntejada	manifesta	1955
dv-Av	bru	el.líptica	puntejada	manifesta	1832
	bru	el.líptica	puntejada	manifesta	1892
br-Hu1	bru fosc	ovada	rugosa	poc manifesta	3247
br-Hu3	bru	ovada	rugosa	poc manifesta	3404
br-AM1	bru	ovada	rugosa	manifesta	3278
br-AM2	bru	ovada	rugosa	poc manifesta	3294
	bru	ovada	rugosa	poc manifesta	3306
dl-Le	bru	el.líptica	puntejada	manifesta	1004
dl-L	bru clar	el.líptica	puntejada	manifesta	1046
	bru clar	el.líptica	puntejada	manifesta	1025
an-Le1	bru clar	ovada	puntejada	poc manifesta	1476
an-Le2	bru clar	ovada	puntejada	manifesta	1510
	bru clar	ovada	puntejada	manifesta	1493
pp-S	bru fosc	el.líptica	puntejada	manifesta	3797
pp-Bu1	bru/negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3790
pp-Bu2	negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3817
pp-Bu3	negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3750
	negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3789
ph-O	bru fosc	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3401
ph-C1	negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3397
ph-C2	negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3420
ph-C3	negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3363
	negre	el.líptica	puntejada	poc manifesta	3395
ul-C1	negre	ovada	puntejada	poc manifesta	2126

⁽¹⁾Els codis de cada població s'expressen a la taula 2.1. ⁽²⁾I.C.= índex cel.lular (nombre de cèl.lules de l'episperma per mm²). En ombrejat s'indica el caràcter predominant i la mitjana del I.C.

Taula 6.7. BIOMETRIA DE LES GRANES DE LES P.S.E.B.: carúncula

⁽¹⁾ POBLACIÓ	LLARGADA (D)		AMPLADA (E)		REL. D/E	tipus carúncula	PEDUNCLE
	interval	m ± ES	interval	m ± ES			
ff-Ma	0,60-0,70	0,65±0,04	0,70-0,80	0,75±0,04	0,87	tipus 4	< 0,2
ff-Mu	0,50-0,60	0,52±0,02	0,80-0,90	0,80±0,02	0,65	tipus 4	< 0,2
ff-T	0,70-0,90	0,76±0,01	0,40-0,70	0,54±0,02	1,41	tipus 4	0,2 - 0,4
ff-L	0,40-0,60	0,43±0,01	0,50-0,70	0,62±0,01	0,69	tipus 3	0,2 - 0,4
ff-B2	0,40-0,70	0,60±0,02	0,70-0,90	0,75±0,01	0,80	tipus 3	0,2 - 0,4
ff-B4	0,40-0,60	0,51±0,01	0,70-1,00	0,80±0,02	0,64	tipus 4	0,2 - 0,4
ff-Gi	0,50-0,80	0,65±0,02	0,70-0,90	0,79±0,01	0,82	tipus 3	0,2 - 0,4
ff-Au1	0,60-0,80	0,71±0,02	0,90-1,10	0,99±0,02	0,72	tipus 4	< 0,2
ff-Au2	0,40-0,60	0,50±0,02	0,70-0,80	0,73±0,01	0,68	tipus 1	0,2 - 0,4
	0,40-0,90	0,59±0,02	0,40-1,10	0,75±0,02	0,81	tipus 4	0,2 - 0,4
fo-Le1	0,40-0,70	0,61±0,02	0,70-1,00	0,86±0,02	0,71	tipus 1	0,2 - 0,4
fo-Le2	0,50-0,70	0,60±0,01	0,80-1,10	0,95±0,02	0,63	tipus 4	0,2 - 0,4
fo-O2	0,50-0,70	0,55±0,02	0,70-1,00	0,82±0,03	0,67	tipus 4	> 0,4
fo-O3	0,40-0,60	0,45±0,01	0,70-0,90	0,81±0,09	0,55	tipus 4	0,2 - 0,4
fo-C2	0,50-0,80	0,64±0,02	0,60-0,90	0,78±0,02	0,82	tipus 3	0,2 - 0,4
	0,40-0,80	0,57±0,02	0,60-1,10	0,84±0,01	0,68	tipus 4	0,2 - 0,4
fc-Av	0,20-0,50	0,33±0,01	0,40-0,60	0,51±0,01	0,65	tipus 1	0,2 - 0,4
sp-AM2	0,50-0,70	0,64±0,01	0,70-0,90	0,81±0,01	0,79	tipus 4	0,2 - 0,4
py-HP	0,70-0,80	0,74±0,01	1,30-1,40	1,38±0,02	0,54	tipus 2	< 0,2
py-Bu	0,90-1,20	1,12±0,02	1,30-1,80	1,57±0,02	0,71	tipus 2	< 0,2
	0,72-1,20	0,93±0,01	1,30-1,44	1,48±0,02	0,62	tipus 2	< 0,2
dv-Au	0,50-0,80	0,69±0,02	1,00-1,40	1,19±0,02	0,58	tipus 3	0,2 - 0,4
dv-Lo	0,40-0,80	0,56±0,02	0,70-1,30	1,12±0,03	0,50	tipus 3	0,2 - 0,4
dv-Av	0,50-0,80	0,61±0,02	0,70-1,10	0,96±0,02	0,64	tipus 1	0,2 - 0,4
	0,40-0,80	0,62±0,02	0,70-1,40	1,09±0,02	0,57	tipus 3	0,2 - 0,4
br-Hu1	0,50-0,70	0,59±0,02	0,70-1,20	0,89±0,03	0,66	tipus 4	> 0,4
br-Hu3	0,40-0,70	0,57±0,01	0,70-1,00	0,87±0,01	0,66	tipus 4	> 0,4
br-AM1	0,50-0,70	0,63±0,02	0,60-0,80	0,68±0,01	0,93	tipus 4	> 0,4
br-AM2	0,40-0,70	0,53±0,02	0,50-0,70	0,61±0,01	0,87	tipus 3	> 0,4
	0,40-0,70	0,58±0,01	0,50-1,20	0,76±0,01	0,78	tipus 4	> 0,4
dl-Le	0,30-0,50	0,41±0,05	0,30-0,60	0,47±0,02	0,87	tipus 5	< 0,2
dl-L	0,50-0,70	0,63±0,01	0,70-0,90	0,79±0,01	0,80	tipus 4	0,2 - 0,4
	0,30-0,70	0,52±0,03	0,30-0,90	0,63±0,02	0,83	tipus 4	0,2 - 0,4
an-Le1	0,20-0,50	0,32±0,01	0,50-0,80	0,61±0,02	0,52	tipus 5	0,2 - 0,4
an-Le2	0,20-0,50	0,36±0,01	0,40-0,70	0,58±0,02	0,62	tipus 5	0,2 - 0,4
	0,20-0,50	0,34±0,01	0,40-0,80	0,60±0,01	0,57	tipus 5	0,2 - 0,4
pp-S	0,30-0,60	0,43±0,02	0,50-0,70	0,61±0,02	0,70	tipus 4	0,2 - 0,4
pp-Bu1	0,50-0,80	0,67±0,02	0,70-0,90	0,83±0,02	0,81	tipus 3	< 0,2
pp-Bu2	0,30-0,50	0,41±0,01	0,50-0,80	0,67±0,01	0,61	tipus 5	< 0,2
pp-Bu3	0,30-0,70	0,45±0,02	0,40-0,70	0,52±0,02	0,87	tipus 5	< 0,2
	0,30-0,70	0,49±0,01	0,40-0,80	0,66±0,02	0,75	tipus 5	< 0,2
ph-O	0,40-0,60	0,53±0,01	0,50-0,80	0,67±0,01	0,79	tipus 4	< 0,2
ph-C1	0,30-0,50	0,38±0,01	0,60-0,90	0,75±0,02	0,51	tipus 2	< 0,2
ph-C2	0,60-0,80	0,72±0,01	0,70-0,90	0,76±0,01	0,95	tipus 5	< 0,2
ph-C3	0,50-0,80	0,59±0,02	0,60-0,90	0,74±0,01	0,80	tipus 5	< 0,2
	0,30-0,80	0,56±0,01	0,50-0,90	0,73±0,02	0,76	tipus 5	< 0,2
ul-C1	0,50-0,70	0,60±0,01	0,60-0,80	0,72±0,01	0,83	tipus 4	0,2 - 0,4

⁽¹⁾Els codis de cada població s'expressen a la taula 2.1. Els resultats s'expressen en mm.

(m = mitjana; ES = error estàndard). En ombrejat s'indica l'interval total del tàxon, la mitjana, i el caràcter predominant entre les poblacions d'un mateix tàxon.

La secció transversal lateral adopta formes clarament lligades a la relació amplada-gruix i a la presència o absència de la costella dorsal. Així, hem advertit seccions de subcirculars a subel·líptiques en la majoria de granes subglobuloses i subcilíndriques que coincideix amb les que no presenten habitualment costella dorsal. Les seccions transversals laterals que varien de subel·líptiques a subromboïdals van sovint associades a formes de volum ovals amb costella dorsal marcada i són particularment manifestes en *E. pyrenaica* i *E. flavicoma* subsp. *flavicoma*.

6.2.3.3. color:

Hem observat una gradació del color de l'episperma de les granes que va des del negre d'*E. polygalifolia* i *E. uliginosa* fins el marró-bru clar d'*E. angulata* i *E. dulcis*, passant per diverses tonalitats de gris-brunencs. En el moment de fer les observacions d'aquest caràcter, cal tenir la precaució d'utilitzar exclusivament granes ben madures ja que sabem de manera certa que el color varia en el decurs dels seu desenvolupament del blanc als colors finals.

6.2.3.4. càlaza:

Hom observa un marge de variabilitat elevat a l'hora de considerar aquest caràcter. Malgrat tot, el predomini de càlazes molt marcades en *E. pyrenaica* enfront d'*E. polygalifolia* amb càlazes poc manifestes, ens convenç a incloure 1, tot i tenir present la inconstància, com un marcador més per a diferenciar aquestes estirps. Cal anotar aquest paràmetre en granes ben madures ja que s'ha demostrat, de la mateixa manera que en el cas del color, un fort lligam entre l'evidència de la càlaza i el grau de desenvolupament de la grana. En tots els tàxons estudiats la càlaza adopta formes subcirculars i lleugerament mamil·liformes excepte en *E. pyrenaica* i *E. spinosa* on moltes de les seves poblacions presenten una càlaza fortament mamelonada o sobresortida.

6.2.3.5. superfície de l'episperma:

L'observació de les granes a l'estereomicroscopi binocular permet verificar un aspecte llis i finament puntejat de la coberta de la grana per a tots els tàxons estudiats, exceptuant la pràctica totalitat de les poblacions d'*E. brittingeri* i algunes d'*E. flavicoma* subsp. *occidentalis* i *E. flavicoma* subsp. *costeana*. En aquestes poblacions hom pot observar una topografia irregular amb petites ondulacions, rugositats i protuberàncies fàcilment imperceptibles si hom no hi dedica prou atenció. Excepcionalment poden aparèixer granes amb una superfície fortament reticulada, discolores i amb unes fovèoles de contorn poc precís a l'interior de les mateixes poblacions abans esmentades.

6.2.3.6. índex cel·lular (IC):

El nombre de cèl·lules de l'episperma per mm² varia considerablement entre les diverses espècies on s'ha mesurat aquest paràmetre. Valors baixos (inferiors a 1500) han estat

trobats en *E. angulata* i *E. dulcis*, mentre que a la banda alta es troben *E. polygalifolia* i *E. brittingeri*, amb valors que ultrapassen sobradament els 3000.

6.2.3.7. carúncula:

Les dimensions de la carúncula són excepcionalment variables. Tant és així que la gran majoria de les espècies estudiades tenen valors totalment superposats. Només els valors extrems d'*E. pyrenaica* que ultrapassen sovint 1 mm tant de llargada com d'amplada, són prou distintius per a diferenciar aquesta espècie.

Pel que fa a la forma de la carúncula, difícilment es poden distingir a primer cop d'ull conformacions diferents. Tan sols després d'haver observat un gran nombre d'aquestes estructures es poden percebre trets i peculiaritats que es repeteixen d'una manera ordenada. En aquest marc hem distingit 5 formes diferents les quals, davant la impossibilitat d'anomenar-les amb un sol terme, els hi hem assignat un nombre.

a.- tipus 1

Volum reniforme, notoriament apendiculat, amb un porus romboïdal o triangular de dimensions variables i situat en la zona central. En la part ventral pot presentar-se, de manera sovint desdibuixada, una escotadura. Aquest tipus és poc freqüent i únicament predomina en *E. flavicoma* subsp. *costeana*.

b.- tipus 2

Volum semi-esferoïdal, amb secció transversal amplament el·líptica o subcircular, sèssil, i amb un peculiar solc longitudinal profund situat a la part ventral. L'escotadura és, generalment, poc perceptible. Aquesta carúncula, que a més és sempre molt gran, és un dels trets més distintius de la grana d'*E. pyrenaica*.

c.- tipus 3

Volum curtament subprismàtic i secció transversal subpentagonal, amb porus arrodonit i situat a la part més apical de la carúncula. L'escotadura pot arribar a no presentar-se o ser poc apreciable. Aquesta carúncula comporta formes amb llargades més grans que l'amplada, ben al contrari del que és més usual. Tan sols l'hem observat amb una certa constància en *E. flavicoma* subsp. *giselae*.

d.- tipus 4

Volum marcadament reniforme, subsèssil, crateriforme o amb porus de forma i mida heterogènies situat a la part superior-ventral de la carúncula. L'escotadura ventral és sempre ben aparent. Aquest és el tipus més habitual en el grup d'eufòrbies que ara estudiem.

e.- tipus 5

Volum amplament lenticular de secció transversal subsemicircular o subcircular, subsèssil o apendiculat i amb porus central gran de forma variable. L'escotadura central pot no aparèixer o ser poc visible. Hem advertit de manera freqüent aquest tipus en poblacions d'*E. angulata* i *E. polygalifolia*.

Hem establert, de manera aproximada, la llargada del pedicel·le que suporta la carúncula i el seu interval habitual de variació es troba entre 0,2-0,4 mm. Cal destacar els

valors alts d'*E. brittingeri* (superiors a 0,4 mm), i, en menor mesura, en *E. dulcis* i *E. angulata*, fet que provoca sovint veure granes ecarunculades.

També s'han estudiat d'altres caràcters que al nostre criteri no han demostrat diferències significatives dins dels tàxons considerats en aquest treball. En resum, i per tal de completar la descripció d'aquestes granes, direm que l'àpex de la grana és generalment arrodonit, amb rafe fi i lleugerament prominent, cicatriu del fals hílum d'estretament a amplament el·líptica, visible o semioculta, per la carúncula, i amb la zona de l'hílum que forma un angle amb l'eix vertical de la grana que oscil·la entre 35° i 55°. Pel que fa a la carúncula, aquesta sempre està inserida en una posició central de la zona de l'hílum, i aquesta zona ocupa una situació apical i lateral entre l'àpex de la grana i el fals hílum. Mitjançant el MER, hom observa en totes les granes visualitzades, cèl·lules de l'episperma de contorn poligonal (sovint pentagonals), de relleu rugós o, rara vegada, tènuement granulós, sense espais intercel·lulars ni elements granulars.

6.2.4. DISCUSSIÓ

Les granes estudiades presenten un elevat grau de variació, tant des d'un punt de vista intraespecífic com interespecífic. Malgrat tot, s'han observat, després de l'estudi biomètric de més de 1500 granes, tendències i/o diferències que permeten donar un bon nombre de marcadors taxonòmics aplicables a la diferenciació dels tàxons.

L'observació de les figures 6.9 i 6.10 i els tests gràfics de Simpson & Roe per a la llargada i amplada de la grana (figures 6.13 i 6.14, respectivament) ens mostren la diversitat de mides entre les estirps considerades. Són pocs els tàxons que es poden segregar exclusivament per la mida, caràcter que a la vegada demostra, com era d'esperar, una forta correlació amb les dimensions de la càpsula (cf. figura 6.5 i 6.6). Aporta més informació la representació conjunta de les mitjanes de la llargada i l'amplada (figura 6.15) on sí que es destaquen les diferents agrupacions de tàxons amb un especial aïllament d'*E. pyrenaica* (amb granes molt grans) i *E. spinosa* (amb una relació llargada/amplada molt inferior a la de la resta de tàxons).

Caràcters com el contorn de la secció longitudinal de la grana (figura 6.10) i la manifestació de la càlaza també han demostrat una variabilitat acusada. Ambdós caràcters, juntament amb el color de les granes, poden estar subjectes a l'apreciació i criteri de l'observador. Per aquesta raó creiem que la seva utilitat només serà real si l'estudi es fa amb un nombre suficient de granes i es tenen granes o dibuixos patró sobre les quals podrem fer comparacions.

La topografia de la superfície de l'episperma s'ha revelat homogènia per a tots els tàxons estudiats, amb l'excepció d'*E. brittingeri*. Aquesta particularitat només ha estat indicada, que en tinguem notícia, per EHLER (1976) i BAIGES (1989) donada la necessitat d'utilització de tècniques de MER per tal de poder observar les rugositats amb una certa