



INTEGRANT DADES MORFOLÒGIQUES I MOLECULARS EN *COMPOSITAE*: APLICACIONS EN SISTEMÀTICA I BIOGEOGRAFIA

N. Montes-Moreno¹, N. García-Jacas¹, L. Sáez² & C. Benedí³

1 Institut Botànic de Barcelona (IBB-CSIC-ICUB)

2 Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Biociències
Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia

3 Universitat de Barcelona, Facultat de Farmàcia

Departament de Productes Naturals, Biologia Vegetal i Edafologia

**Seminaris de Recerca
Facultat de Farmàcia
29 de Maig 2012**



INTRODUCCIÓ

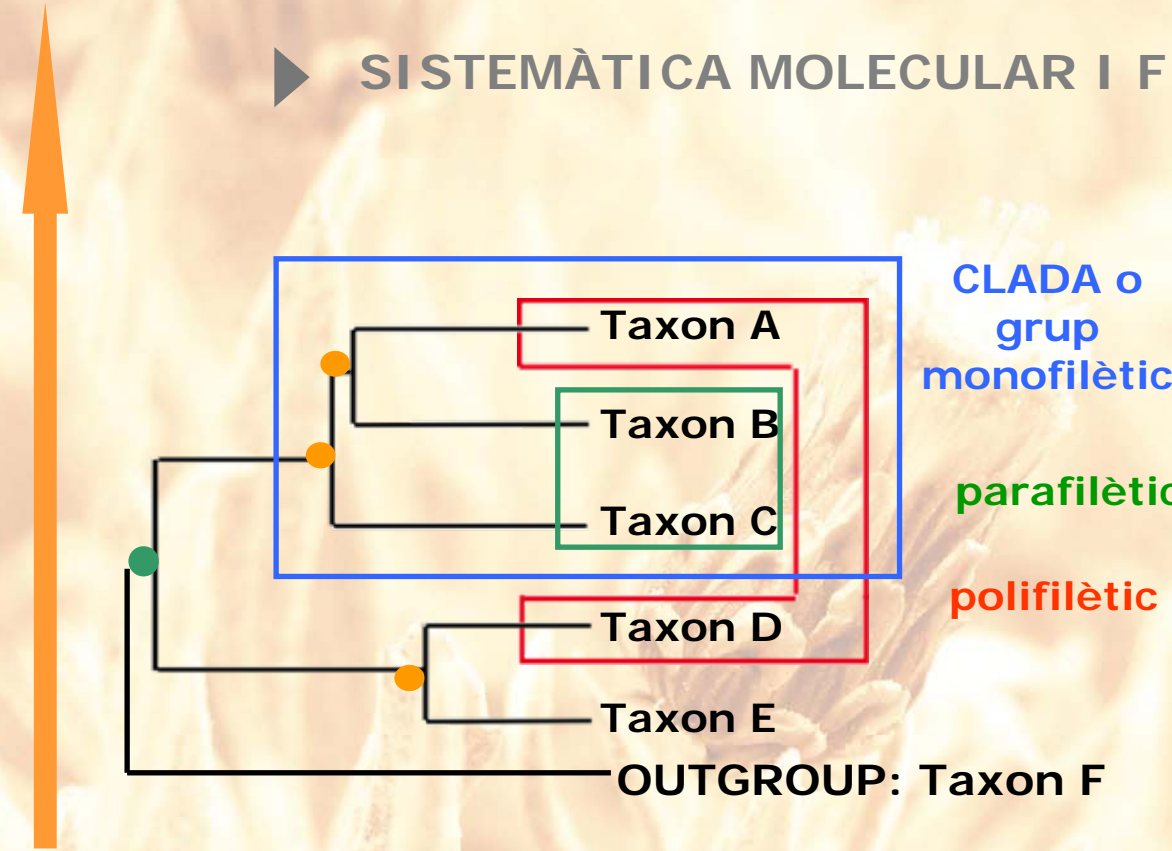
▶ SISTEMÀTICA MOLECULAR I FILOGÈNIA

- ▶ **La Sistemàtica** és la disciplina científica que s'ocupa d'investigar la diversitat d'organismes i les relacions existents entre ells
- ▶ **Filogènia** és la disciplina científica que s'ocupa d'inferir les relacions de parentesc entre tàxons. És relacionada amb el concepte d'evolució (tots els éssers vius comparteixen un ancestre comú).
- ▶ **Sistemàtica molecular:** classificació basada en grups naturals o monofilètics
 - La variabilitat entre seqüències és suficientment informativa
 - Les seqüències d'ADN homòlogues, comparteixen un origen comú
 - Cada branca de l'arbre filogenètic es bifurca
 - Cada posició en una seqüència evoluciona de manera independent

Assumpcions

o premises:

▶ SISTEMÀTICA MOLECULAR I FILOGÈNIA



CLADA o grup monofilètic
parafilètic
polifilètic

- Nodes interns: Ancestres comuns inferits
- Arrel de l'arbre
A, B, C, D, E + outgroup F

↓
Tàxons actuals, dels quals tenim la informació (seqüències DNA)



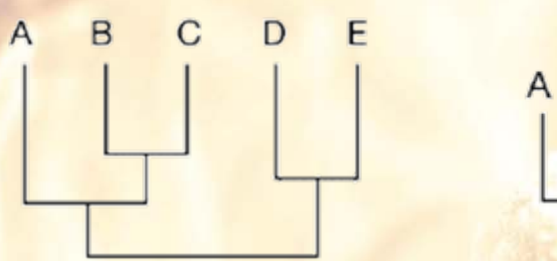
Tàxons germana o "Sister taxa", Grup germana o "sister group"



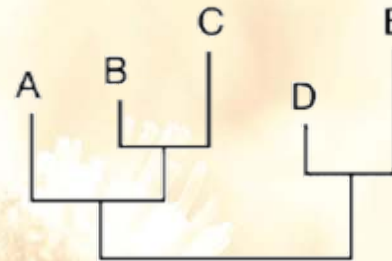
Ancestre comú no compartit per cap altre tàxon

SISTEMÀTICA MOLECULAR I FILOGÈNIA

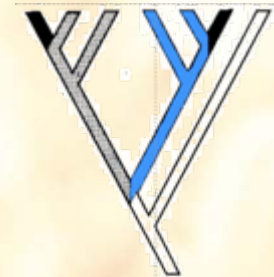
TOPOLOGIA



Cladograma



Filograma



Reversions



Convergència evolutiva



Paral.lelisme

Homoplàsia: tàxons tenen estats de caràcters similars, però no els han heretat d'un ancestre comú

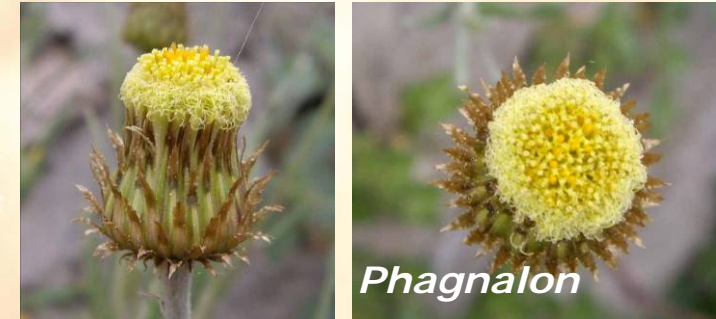
La Família *Compositae* o *Asteraceae*

- ▶ La família de les compostes o asteràcies (*Compositae* o *Asteraceae*) contenen 24.000–30.000 espècies en 1.600–1.700 gèneres, distribució cosmopolita (Funk & al., 2005, 2009).
- ▶ Gran diversitat d'hàbitats: les praderies, pastures i la vegetació boscosa de muntanya, escasses en els boscos humits tropicals.
- ▶ Àmplia diversitat de formes vitals i estratègies ecològiques: anuals, piròfites, hemicriptòfits, arbres, plantes suculentas, halòfites, lianes i epífites, aquàtiques, majoritàriament subarbusts, arbusts o herbes perennes.

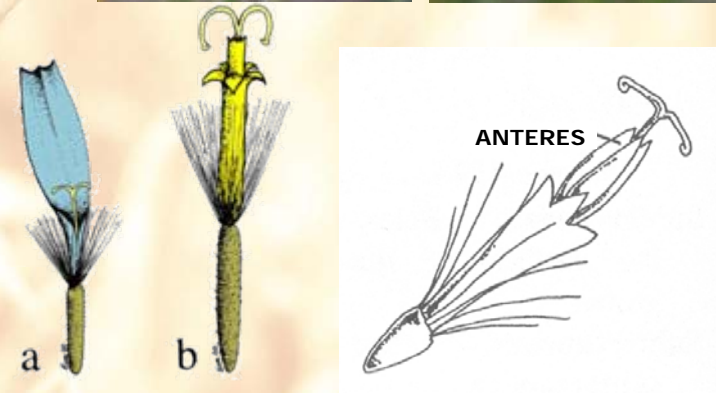


► Grup monofilètic, morfològicament ben definida per una combinació de caràcters morfològics:

- Flors (flòsculs (b) i/o lígules (a)) disposades en un receptacle, en capítols centrípets



- Anteres singenèsiques



- Presència d'aquenis



La tribu *Gnaphalieae*

- ▶ Subfamília: *Asteroideae*, 180-190 gèneres i 1.240 espècies
- ▶ Distribució cosmopolita: tres centres principals de diversitat a Amèrica del Sud, Sud-Àfrica i Austràlia
- ▶ Caràcters diagnòstics de la tribu *Gnaphalieae*

fulles generalment enteres

bràctees involucrals papiràcies-làmina amb diferents colors

anteres caudades

bràctees involucrals amb la part basal coriàcia (estereoma)

pol·len amb una sexina de doble capa

superfície estigmàtica separada amb tricomes distribuïts apicalment i/o dorsalment

aquenís petits

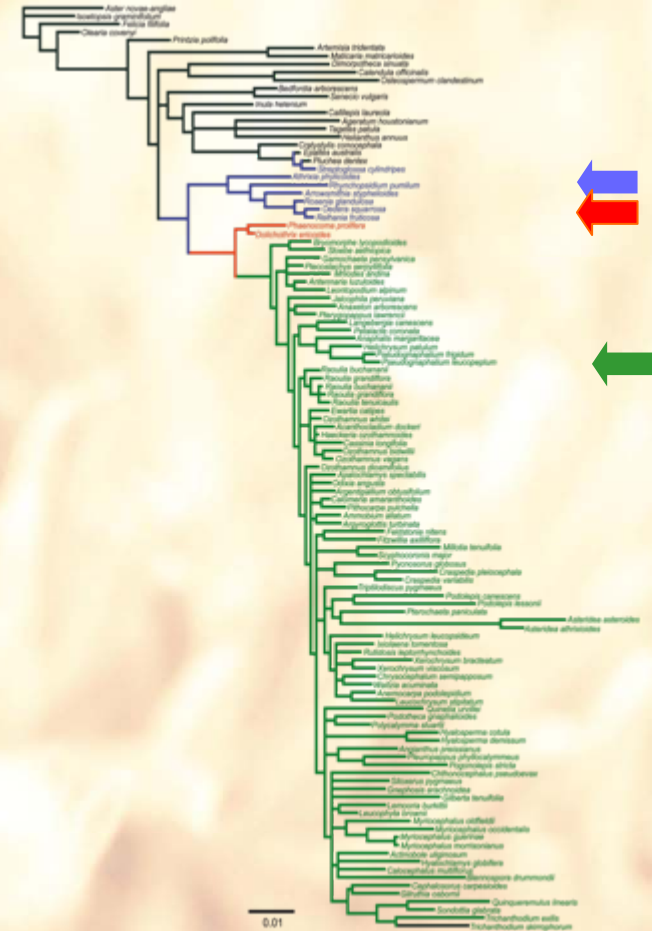


Relacions filogenètiques dins de la tribu de les *Gnaphalieae*: la "clada *Relhania*"

Clades principals de les *Gnaphalieae*

(Ward & al., 2009; Galbany-Casals & al., 2010, Smitsen & al., 2011):

- ▶ **"Clada *Relhania*"**: germana de les *Gnaphalieae* s. str. sud d'Àfrica, l'Àfrica tropical i Austràlia, Macaronèsia i la regió mediterrània, nord d'Àfrica, Aràbia, Orient Mitjà i la regió irano-turaniana (Anderberg, 1991)
- ▶ **"Clada *Dolichostrix-Phaenocoma*"**: divergeix a partir de la "clada *Relhania*"
- ▶ **"Clada Crown radiation"**: comprèn la resta dels gèneres inclosos en la filogènia dels *Gnaphalieae*



Ward & al. (2009)

► Els gèneres *Phagnalon* Cass. i *Aliella* Qaiser & Lack

El gènere Phagnalon

- Conté al voltant de 36 espècies (Qaiser & Abid, 2003)



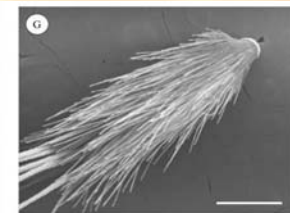
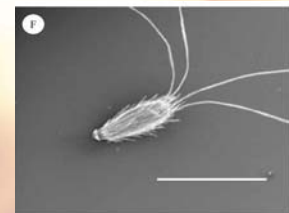
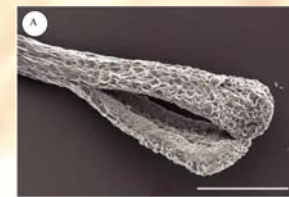
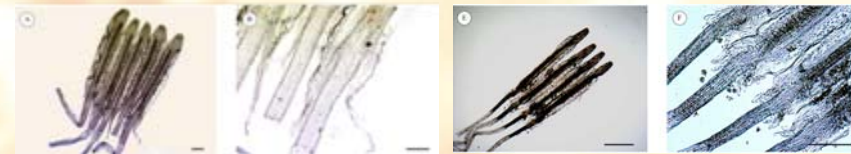
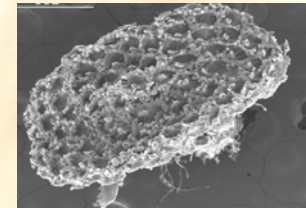
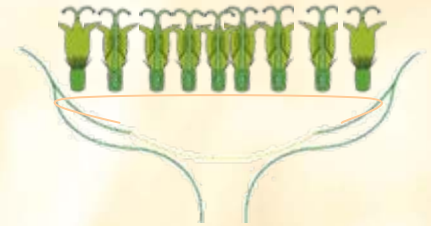
- Forma vital i ecologia: arbustos o subarbustos sufruticosos, creixen en zones rocoses, des del nivell del mar fins als 4.140 m d'altitud
- Àrea de distribució:

nord-est d'Àfrica tropical, la regió macaronèsica, la conca del Mediterrani, la regió irano-turaniana i la regió saharo-aràbiga, major diversitat a la península Aràbiga



► *Phagnalon*: caràcters morfològics

- Capítol heterògam, disciforme
- Flors femenines generalment més nombroses que les hermafrodites
- Bràctees involucrals amb l'estereoma no dividit
- Receptacle pla i epaleat
- Anteres llargament o mitjanament caudades
- Estil bífid amb tricomes obtusos o aguts
- Aquenis amb tricomes dúplex
- Papis monomòrfic i uniseriat constituït per setes barbulades
- Diploides amb $2n = 18$



Phagnalon: aplicacions en el camp de la farmacologia i la medicina

- Ph. rupestre*
 - Propietats antiinflamatòries (flavonoids i glucòsids de la hidroquinona, cf. Góngora, 2002)
 - Activitat antimicrobiana (Ali-Shtayeh & al., 1998)
 - Compostos fenòlics amb activitat antioxidant (Olmos & al., 2005)
- Ph. sinaicum*
 - Derivats del timol: tractament de la diabetes (Epifano & al., 2002; Nuissier & al., 2008)
- Ph. sordidum*
- Ph. saxatile*
 - Compostos fenòlics: aplicacions al tractament de l'Alzheimer (Conforti & al., 2010)

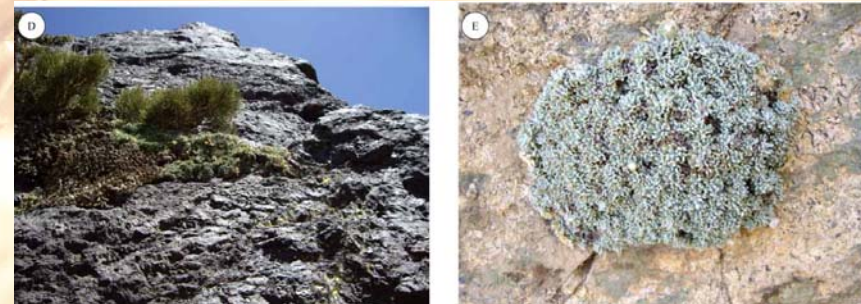
Phagnalon: Classificació infragenèrica anterior: 2 seccions

Maire (1928)	
<i>Euphagnalon</i>	<i>Ph. saxatile, Ph. bicolor, Ph. calycinum, Ph. iminouakense, Ph. latifolium, Ph. rupestre, Ph. saxatile, Ph. sordidum</i>
<i>Gnaphaliopsis (=Aliella)</i>	<i>Ph. embergeri, Ph. helichrysoides, Ph. platyphyllum</i>

→ anteres caudades

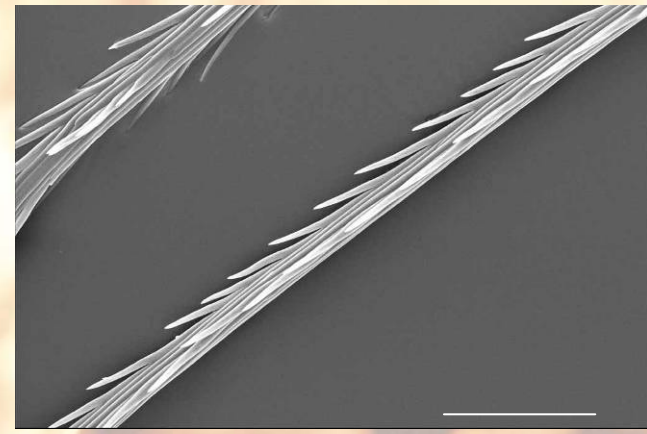
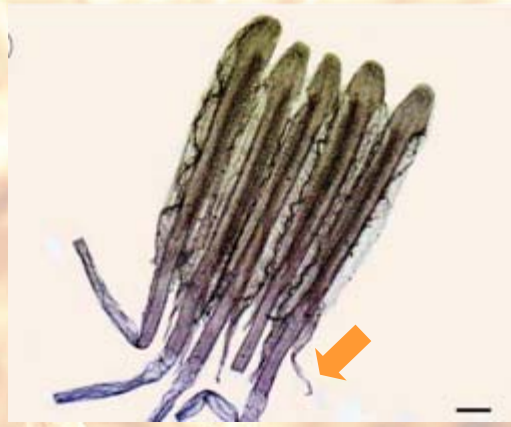
► El gènere *Aliella*

- Àrea de distribució: muntanyes de l'Atlas del Marroc, rang altitudinal comprès entre els 1.800 m fins als 3.630 m
- Consta de quatre espècies i dos tàxons infraespecífics: *A. ballii* (\equiv *A. helichrysoides*), *A. ballii* subsp. *ballii*, *A. ballii* subsp. *nitida*, *A. embergeri*, *A. iminouakensis* i *A. platyphylla*.
- Forma vital i ecologia: plantes perennes casmòfites cespitoses o decumbents, escletxes de roques calcàries o silíciques



Aliella: caràcters morfològics diagnòstics

- Presència de bràctees en el peduncle similars en forma i mida a les bràctees involucrals
- Flors femenines tubulars i campanulades a l'àpex
- Dipòsits ceris en els lòbuls de la corol·la
- Anteres caudades
- Papis barbulat des de la base fins l'àpex



► Principals tractaments taxonòmics de les espècies incloses en els gèneres *Phagnalon* secció *Gnaphaliopsis* i *Aliella*

Maire (1928)	Emberger (1932, 1935)	(Quézel, 1951)	Qaiser & Lack (1986a)	Anderberg (1991)	Dobignard (1997)	Greuter (2008)
<i>Ph. helichrysoides</i>	<i>Ph. helichrysoides</i>	<i>Ph. helichrysoides</i>	<i>A. helichrysoides</i>	<i>A. bracteata</i>	<i>A. helichrysoides</i>	<i>A. ballii</i>
–	<i>Ph. helichrysoides</i> var. <i>nitidum</i> .	–	<i>A. helichrysoides</i> subsp. <i>nitida</i>	–	<i>A. helichrysoides</i> subsp. <i>nitida</i>	<i>A. ballii</i> subsp. <i>nitida</i>
<i>Ph. platyphyllum</i>	<i>Ph. platyphyllum</i>	<i>Ph. platyphyllum</i>	<i>A. platyphylla</i>	<i>A. platyphylla</i>	<i>A. platyphylla</i>	<i>A. platyphylla</i>
<i>Ph. embergeri</i>	<i>Ph. embergeri</i>	<i>Ph. embergeri</i>	<i>A. embergeri</i>	<i>A. embergeri</i>	<i>A. embergeri</i>	–
–	<i>Ph. lepineyi</i>	–	–	–	–	–
–	–	<i>Ph. iminouakense</i>	–	–	<i>A. iminouakensis</i>	<i>A. iminouakensis</i>



**1. DELIMITACIÓ GENÈRICA, FILOGÈNIA I
AFINITATS SUBTRIBALS DELS GÈNERES
PHAGNALON CASS. I *ALIELLA* QAISER & LACK
BASADA EN SEQÜÈNCIES DEL DNA NUCLEAR I
CLOROPLÀSTIC**

OBJECTIUS:

- conèixer la posició filogenètica dels gèneres *Aliella*, *Phagnalon* dins la tribu *Gnaphalieae*
- aclarir les relacions filogenètiques entre els gèneres més basals de la "clada *Relhania*" i *Aliella* i *Phagnalon*
- verificar la monofília dels gèneres *Aliella* i *Phagnalon*
- inferir els patrons biogeogràfics en *Aliella* i *Phagnalon*
- contrastar les dades moleculars tant amb la classificació tradicional i les dades morfològiques

MATERIAL I MÈTODES:

Mostreig:

- 29 de 36 espècies de *Phagnalon* + 4 espècies d'*Aliella*
- representants de la "clada *Dolichothrix-Phaenocoma*"; "clada *crown radiation*", "clada *Relhania*" i del "grup de tàxons basals"

1. Extracció de DNA:



mètode del CTAB de Doyle & Doyle (1987) modificat per Cullings (1992)



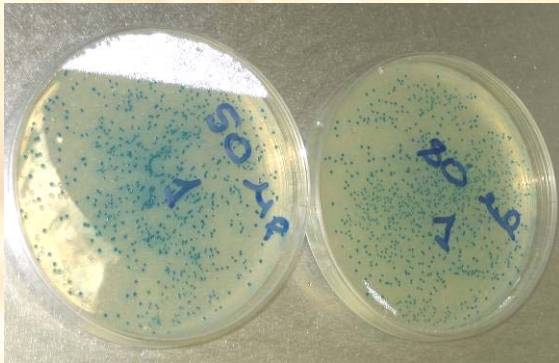
Kit d'extracció de DNA comercial: Nucleospin Plant Kit (Macherey Nagel Inc.) o DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen Inc.).

2. Amplificació de les regions ITS, 5' + 3'ETS (nr DNA), intró *trnL*, espaiador intergènics *trnL-F* i *ycf3-trnS* i *trnT-trnL* (cp DNA): PCR



regió	fordward i reverse primer	paràmetres PCR
ITS	17 SE i 26 SE (Sun & al., 1994); ITS1 i ITS4 (White & al., 1990); 5.8 I2 i 5.8 I1 (Sun & al., 1994)	Galbany-Casals & al. (2004)
5'ETS i 3'ETS	ETS1F i 18S2L (Linder & al., 2000) o 18SETS (Baldwin & Markos, 1998); AST1F, AST1R (Markos & Baldwin, 2001)	Galbany-Casals & al. (2009)
<i>ycf3-trnS</i>	SP43122F i SP44097R (HersHKovitz, 2006)	95°C 1 min 35 s, 35 cicles a 95°C 1 min 30 s, annealing 52°C 1 min 30 s, extension 2°C 2 min extensió final a 72°C for 10 min
<i>trnT-trnL</i>	<i>trnT</i> -A2F (Cronn & al., 2002) i <i>trnL</i> -b (Taberlet & al., 1991)	95°C 1 min 35 s, 35 cicles a 95°C 1 min 30 s, annealing 52°C 1 min 30 s, extension 2°C 2 min extensió final a 72°C for 10 min
<i>trnL</i> i <i>trnL-F</i>	primers "c", "d", "e" i "f" (Taberlet & al., 1991)	Susanna & al. (2006)

3. Clonatge: kit comercial Topo Ta Cloning Kit (Invitrogen Inc.): fent servir mitja reacció per mostra i realitzant PCR de 10 colònies positives amb els primers T7 i M13 seguint el protocol de Vilatersana & al. (2007) .



4. Purificació dels productes de PCR: kits comercials QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen Inc.) i DNA Clean and Concentrator kit (Zymo Research Inc.)

5. Seqüenciació dels segments purificats: "Serveis Científicotècnics de la UB." amb el kit comercial BigDye Terminator Cycle Sequencing v.3.1 (Applied Biosystems Inc.) en el seqüenciador ABI PRISM 3730 DNA analyzer (Applied Biosystems).



221 noves seqüències

6. Alineament de les seqüències de DNA: Edició de les seqüències amb **Chromas vs.1.56** i alineades visualment 2 a 2 segons Swofford & Olsen (1990) amb **Bioedit**



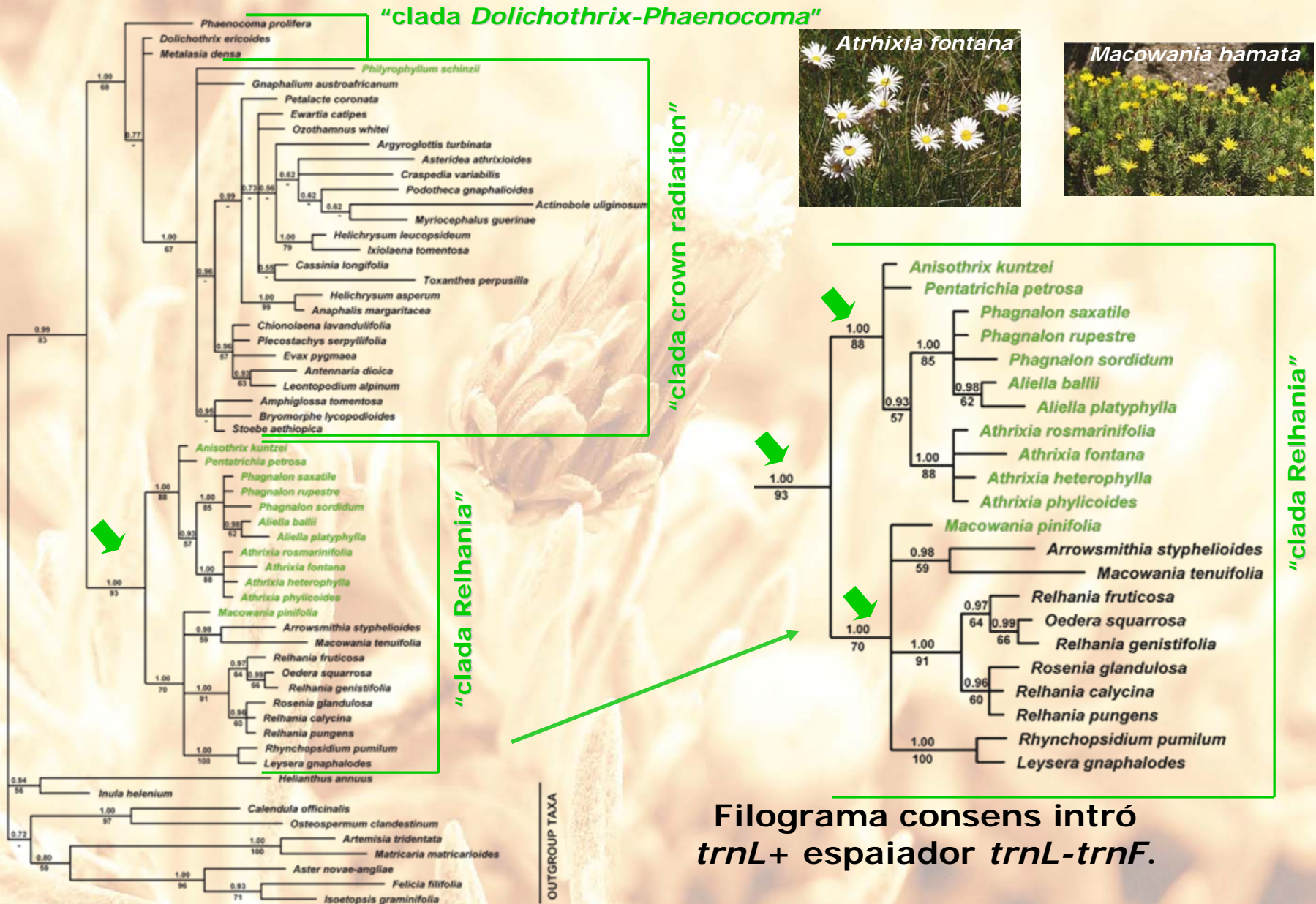
7. Anàlisi filogenètiques:

Set de Dades	Objectiu
<i>trnL</i> intron i <i>trnL-trnF</i>	1) Posició tribal d' <i>Aliella</i> , <i>Macowania</i> , <i>Phagnalon</i> i <i>Philyrophyllum</i> 2) Relació entre els gèneres de la "clada <i>Relhania</i> " i <i>Phagnalon</i> i <i>Aliella</i>
3'ETS+ITS	Grup germà de <i>Phagnalon</i> i <i>Aliella</i>
ETS+ITS	Avaluar les relacions interespecífiques i la posició de certs taxons no inclosos
ETS +ITS + <i>ycf3-trnS+trnT-trnL</i>	Delimitació genèrica entre <i>Aliella</i> i <i>Phagnalon</i> i les relacions interespecífiques
<i>ycf3-trnS+trnT-trnL</i>	Verificar les relacions entre <i>Aliella</i> i <i>Phagnalon</i> i contrastar possibles incongruències
ETS +ITS excloent <i>A. iminouakensis</i> i <i>Ph. latifolium</i>	Verificar el possible origen híbrid de <i>A. iminouakensis</i> i <i>Ph. latifolium</i>

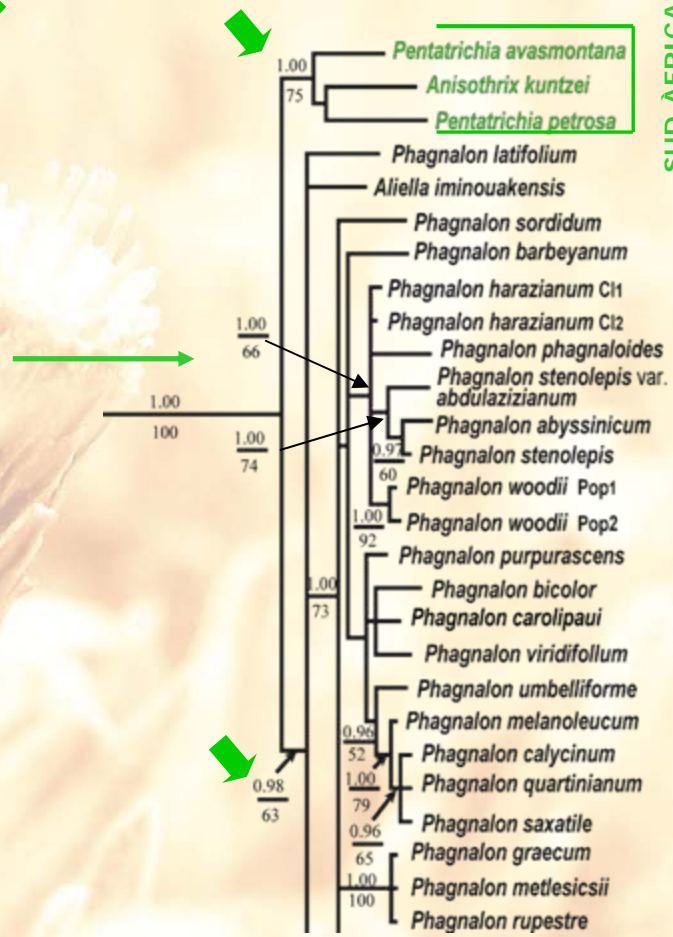
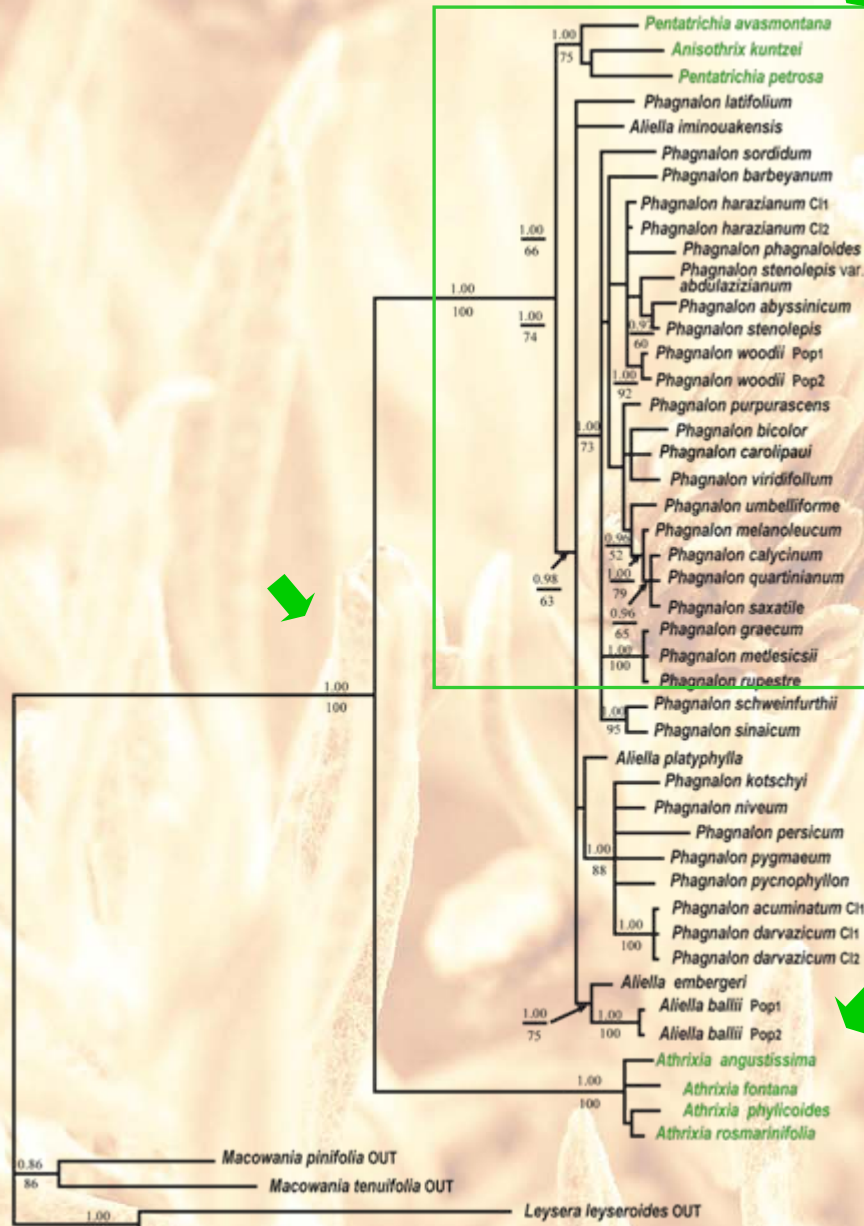
8. Anàlisis filogenètiques:

Anàlisi	Programa, algoritme i paràmetres, índexs calculats
Test ILD	TNT, 1000 rèpliques utilitzant el fitxer script INCTST
Anàlisi de Màxima Parsimònia	PAUP version 4.0b10, TBR i 100 rèpliques de cerca heurística, Índex de Consistència (CI), Índex de Retenció (RI) i Índex d'Homoplàsia (HI)
Anàlisi Bootstrap	PAUP version 4.0b10, 100 rèpliques de cerca heurística amb adició de simple de tàxons i TBR branch swapping o aproximació de Lidén & al (1997)
Anàlisi de model evolutiu	MrModeltest 2.2, hLRTs i AIC GTR+G per a 3'ETS+ITS i <i>TrnL-TrnL-F</i> F81+G o F81+I+G per combinada cpDNA
Inferència Bayesiana	MrBayes 3.1.2, 2 x 10 ⁶ generacions, amb mostreig cada 100 generacions. Els primers 2000 arbres es van descartar, PP estimada a partir de l'arbre de consens 50% majority-rule

▶ RESULTATS:

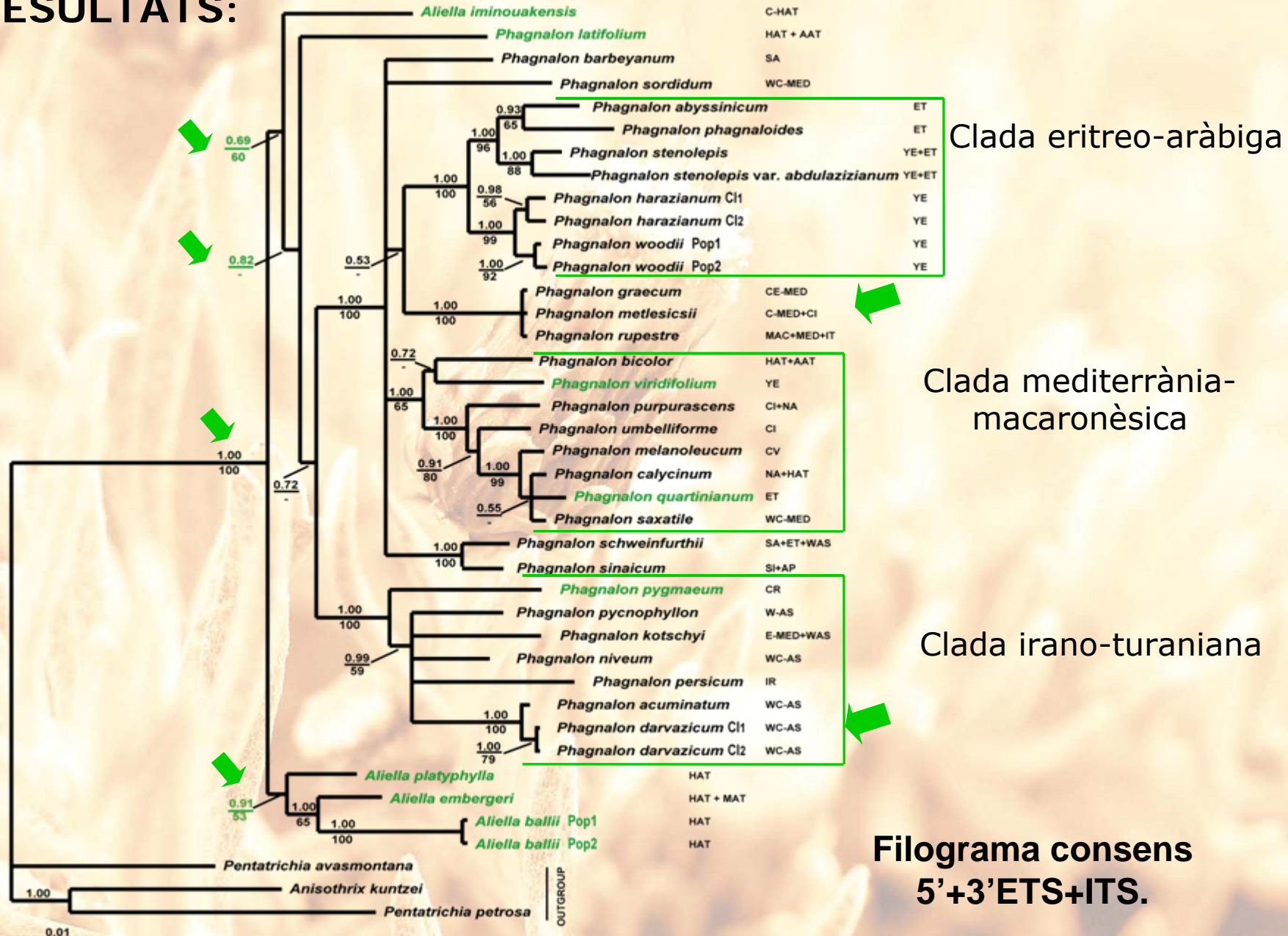


RESULTATS:

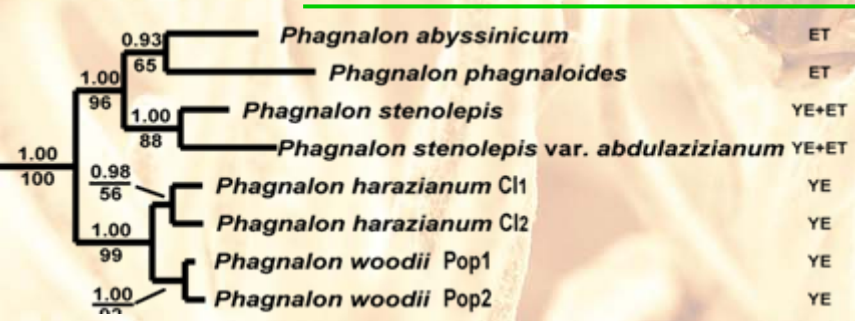
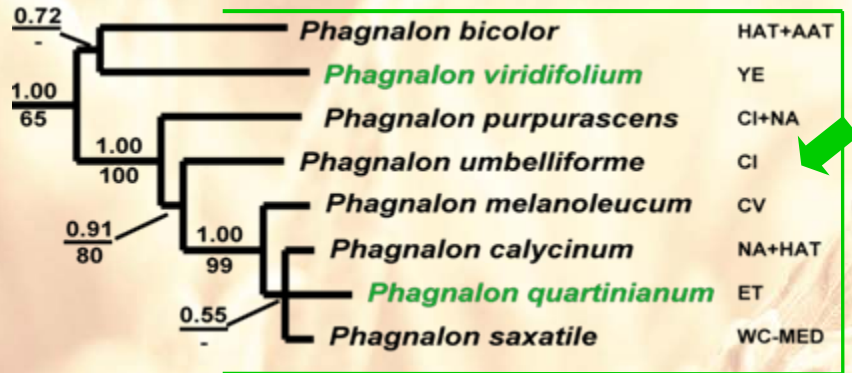


Filograma consens 3'ETS+ITS.

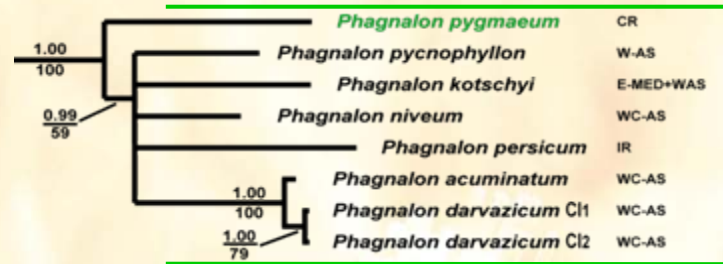
RESULTATS:



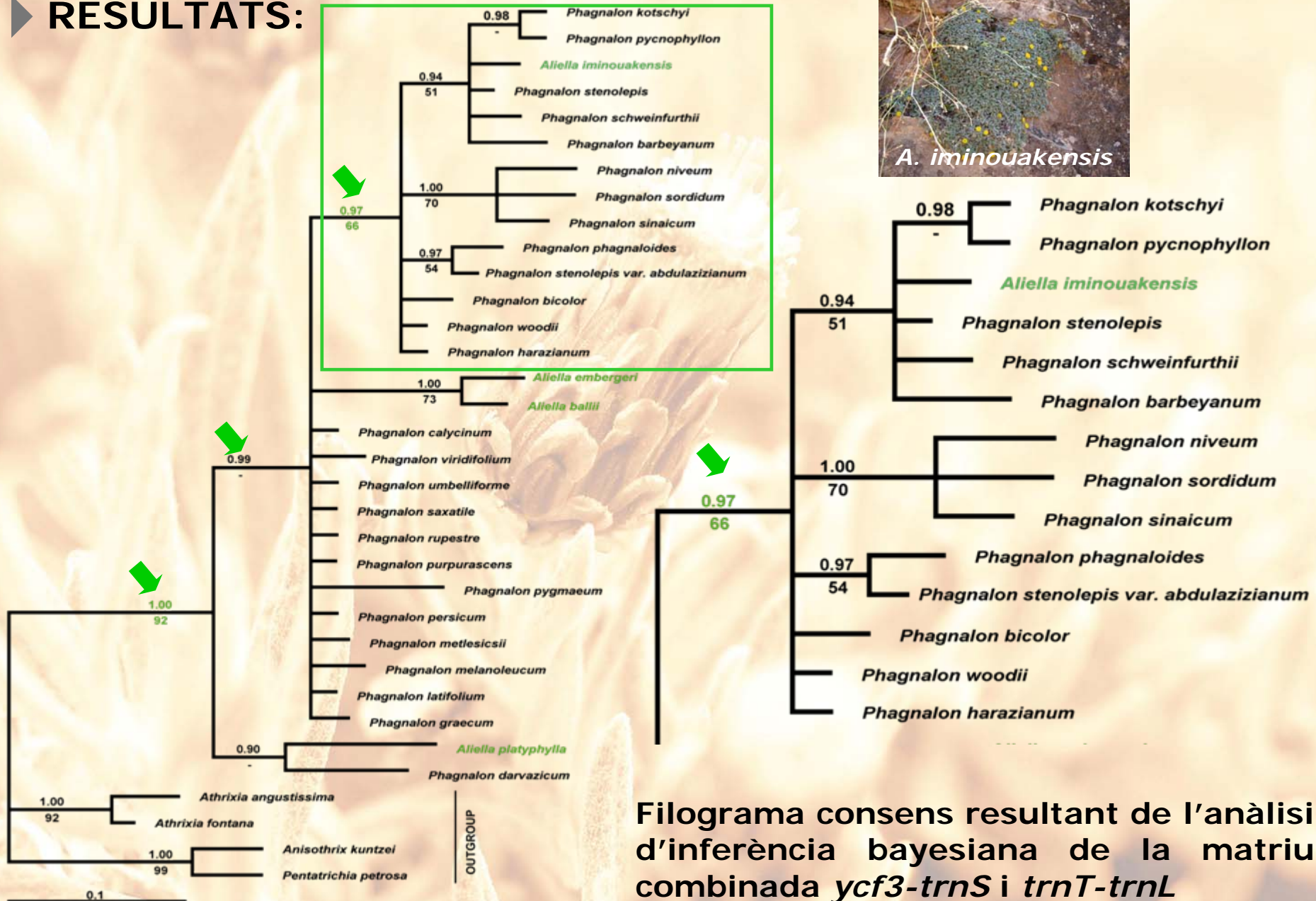
▶ RESULTATS:



▶ RESULTATS:

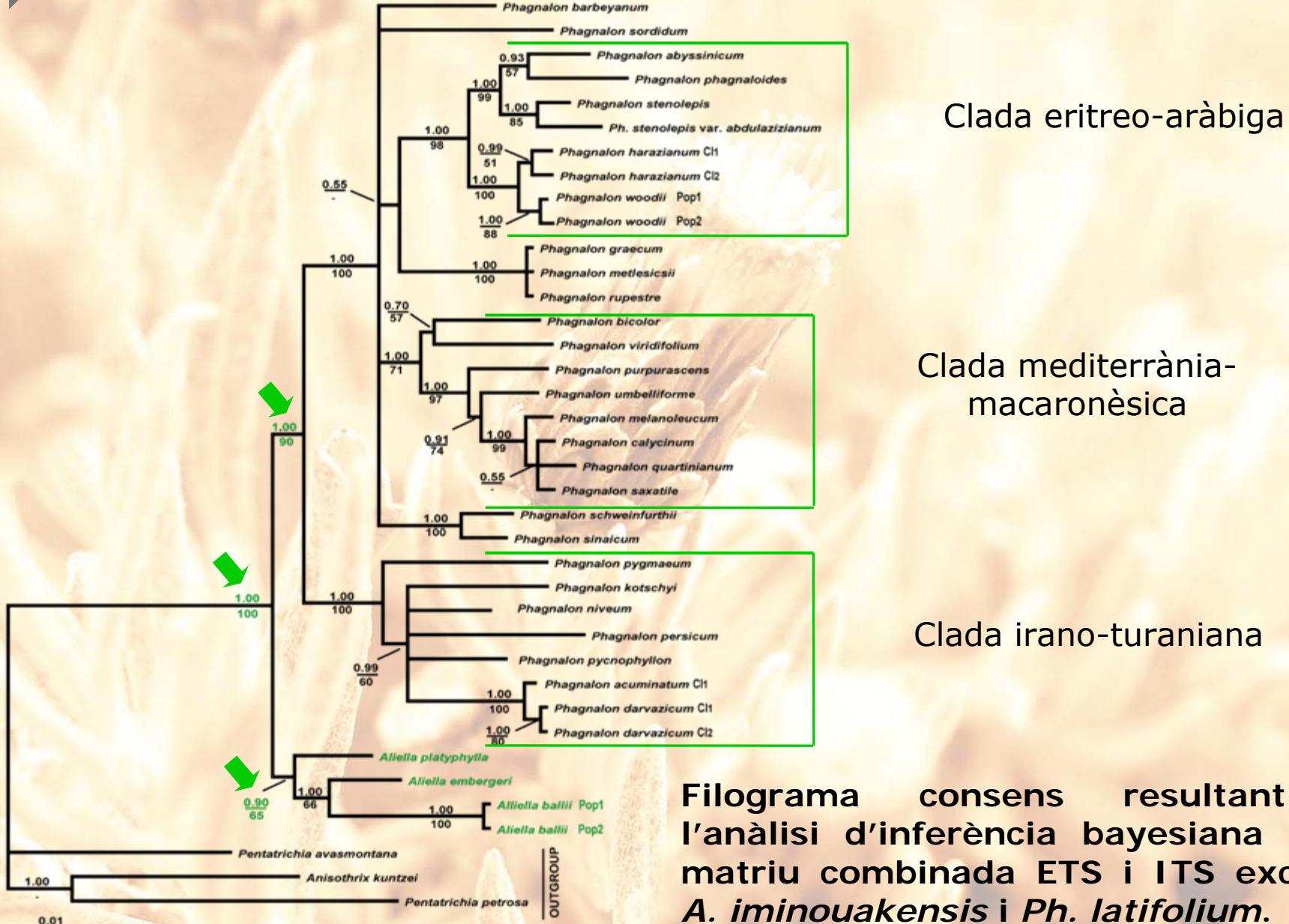


RESULTATS:



Filograma consens resultant de l'anàlisi d'inferència bayesiana de la matriu combinada *ycf3-trnS* i *trnT-trnL*

RESULTATS:



Filograma consens resultant de l'anàlisi d'inferència bayesiana de la matriu combinada ETS i ITS excloent *A. iminouakensis* i *Ph. latifolium*.



**2. REVISIÓ TAXONÒMICA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE
NORD-AFRICÀ *ALIELLA* (COMPOSITAE,
GNAPHALIEAE): UNA RESTAURACIÓ DE
PHAGNALON SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS***

▶ OBJECTIUS

-Avaluar l'estatus taxonòmic del gènere *Aliella* examinant la variabilitat i utilitat dels seus caràcters diagnòstics (Qaiser & Lack, 1986):

Caràcters diagnòstics

- presència de bràctees en el peduncle similar en forma i mida a les bràctees involucrals
- presència de dipòsits ceris en els lòbuls de la corolla
- flors femenines tubulars
- anteres caudades
- setes del papus barbulades des de la base fins a l'apex

-Inferir les relacions filogenètiques interespecífiques dins el gènere *Aliella*

-Contrastar les dades morfològiques i les dades moleculars

-Proporcionar una revisió taxonòmica del gènere *Aliella*

► MATERIAL I MÈTODES:

1. ESTUDI FILOGENÈTIC:

Mostreig: -5 tàxons d'*Aliella*, 2-3 poblacions per tàxon
-6 representants del gènere *Phagnalon*

Protocol:

1. Extracció DNA
2. Amplificació de les regions ITS, 5'+3'ETS (nr DNA), i espaiadors *ycf3-trnS* i *trnT-trnL* (cp DNA): PCR
3. Purificació dels productes de PCR
4. Seqüenciació dels segments purificats
5. Alineament de les seqüències de DNA: Total 80 seqüències
6. Anàlisis filogenètiques: 2 sets de dades:
 - nrDNA: ETS+ITS
 - cpDNA: *ycf3-trnS+trnT-trnL*

► MATERIAL I MÈTODES:

1. ESTUDI FILOGENÈTIC:

- **Anàlisi de Màxima Parsimònia:** TBR i 100 rèpliques de cerca heurística
 - **Anàlisi Bootstrap:** 80-100 rèpliques adició de tàxons a l'atzar i TBR
 - **Mr. Modeltest:** GTR+ Γ per ETS+ITS i F81+ Γ per *ycf3-trnS+trnT-trnL*
 - **Inferència Bayesiana:** 2×10^6 generacions, amb mostreig cada 100 generacions
- Test incongruència ILD: TNT

2. ESTUDI MORFOLÒGIC:

Mostreig

-90 espècimens d'herbari del gènere *Aliella* i 112 espècimens d'herbari de 30 de les 36 espècies de *Phagnalon* de 15 herbaris: B, BC, BCN, BM, E, FI, JACA, K, MA, MPU, RNG, SEV, TFC, W i WU

-Fotografies de RAB i P

-Material recol·lectat al camp (recol·leccions a l'Atlas durant 2004 i 2007)



1. Caràcters macromorfològics: visu o microscopi estereoscòpic

- **Caràcters quantitius:** fulles, capítol, bràctees involucrals, núm. de flors per capítol, mida de les flors i anteres, papus, aquenis: 3 a 5 mesures per plec d'herbari
- **Caràcters qualitius:** morfologia de la fulla, tija, bràctees peduncle i involucrals, morfologia de les anteres, flors, dipòsits ceris i papus
- **Nombre de plecs d'herbari:** dificultat taxonòmica, variabilitat i disponibilitat de material



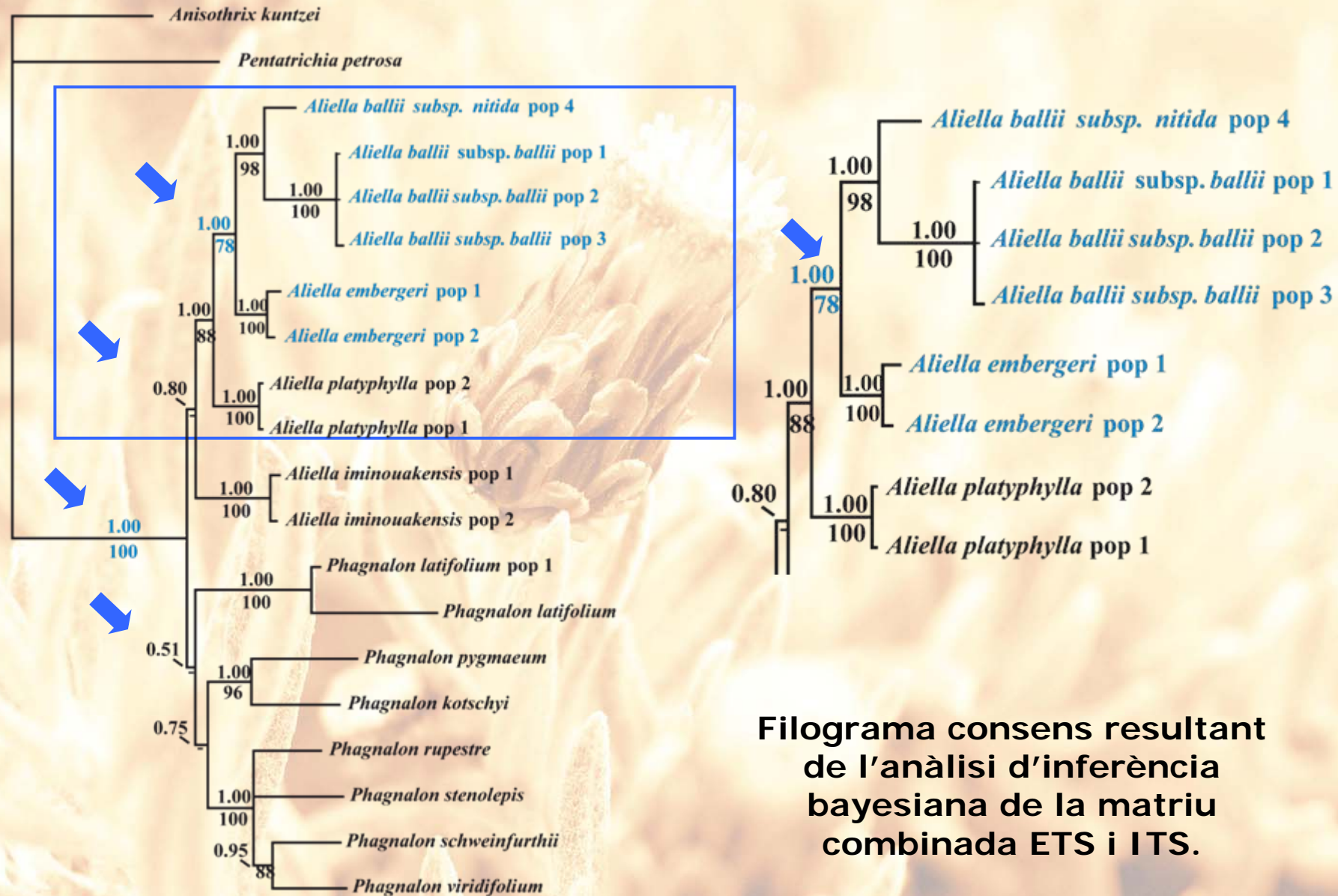
2. Caràcters micromorfològics:

- Mostres indument, bràctees, flors, estams, estils, aquenis i papus: 30-60 min en hipoclorit sòdic solució comercial
- Observació i presa de dades de les mostres transparents al microscopi òptic
- Mostres receptacle, estils, aquenis, papus: recobriments or 50 nm
- Observació de les mostres al microscopi electrònic de rastreig a 10-15 Kv



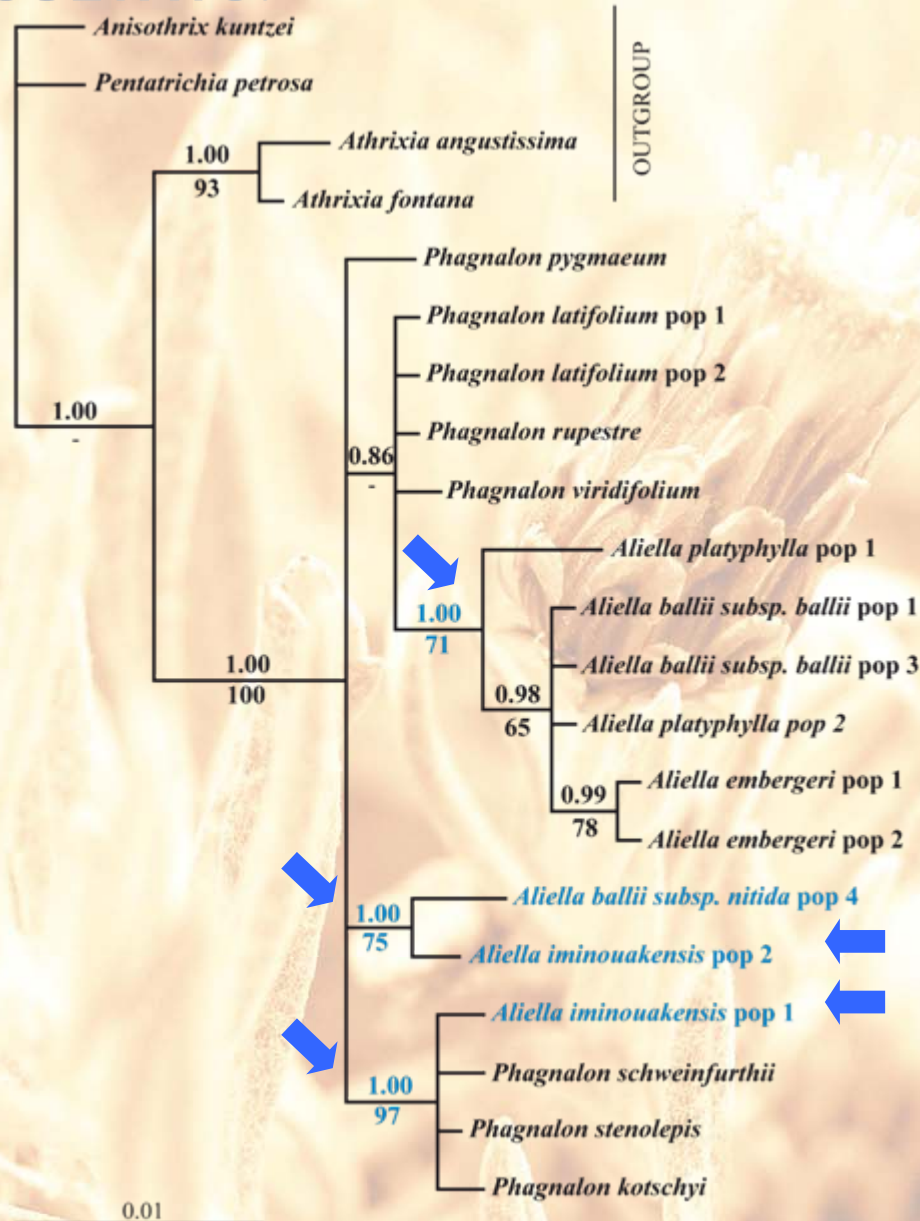
RESULTATS:

1. ESTUDI FILOGENÈTIC



2. TAXONOMIA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE *ALIELLA*: LA SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS*

RESULTATS: 1. ESTUDI FILOGENÈTIC



Complexa
diversificació,
antiga hibridació

Filograma consens resultant
de l'anàlisi d'inferència
bayesiana de la matriu
combinada *ycf3-trnS* i *trnT-trnL*

2. TAXONOMIA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE *ALIELLA*: LA SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS*

RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC

● Hàbit



A. ballii subsp. *ballii*



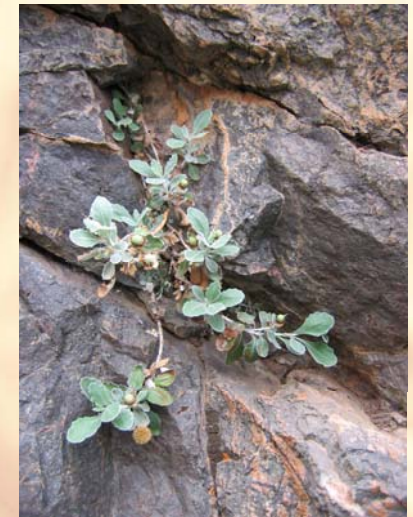
A. ballii subsp. *nitida*



A. embergeri



A. iminouakensis



A. platyphylla

2. TAXONOMIA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE *ALIELLA*: LA SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS*

RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC

● Ecologia



A. ballii i *A. platyphylla*



A. ballii subsp. *nitida*



A. embergeri



A. iminouakensis

2. TAXONOMIA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE *ALIELLA*: LA SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS*

RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC

● Fulles



A. ballii subsp. *ballii*

A. embergeri



A. ballii subsp. *nitida*



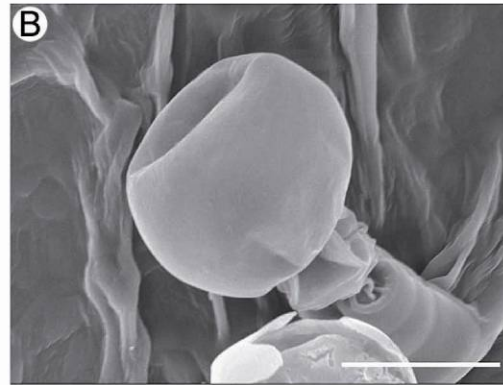
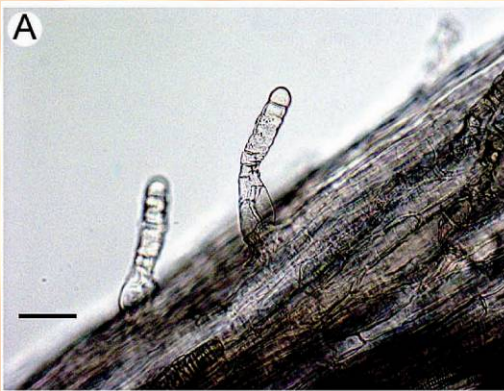
A. platyphylla



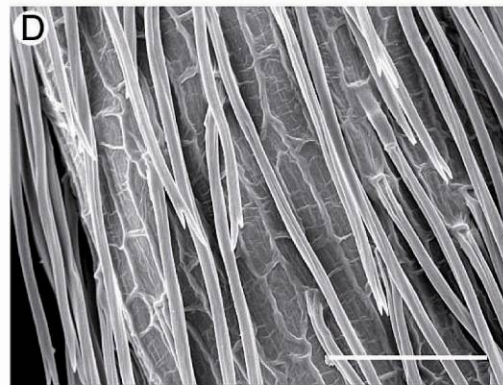
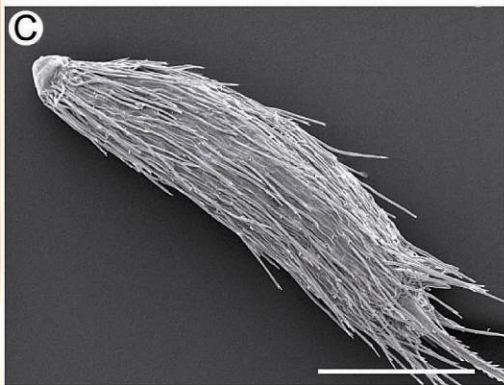
A. iminouakensis

RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC:

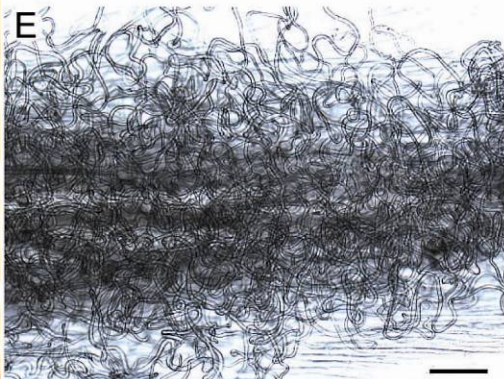
● Indument



Tricoma glandular multicel.lular, biseriat: fulles, tiges, peduncle, receptacle, bràctees, tub i lòbuls de la corol.la en *Aliella* i *Phagnalon*



Tricoma eglandular, filiforme dúplex: superfície dels aquenis en *Aliella* i *Phagnalon*

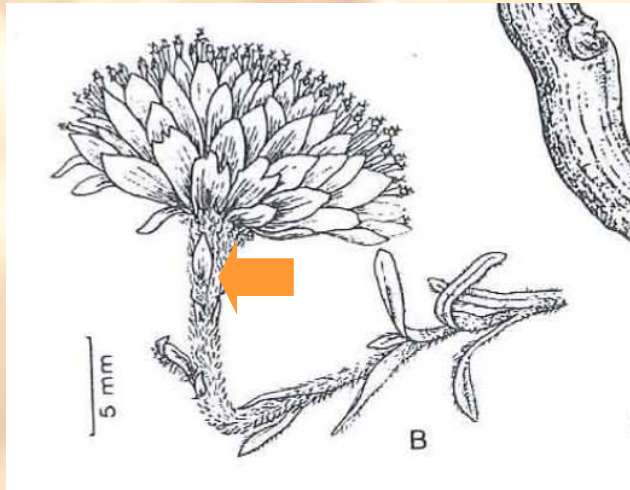


Tricoma eglandular-tipus "B" de Drury & Watson (1966): fulles, tiges, peduncles, superfície adaxial de bràctees en *Aliella* i *Phagnalon*

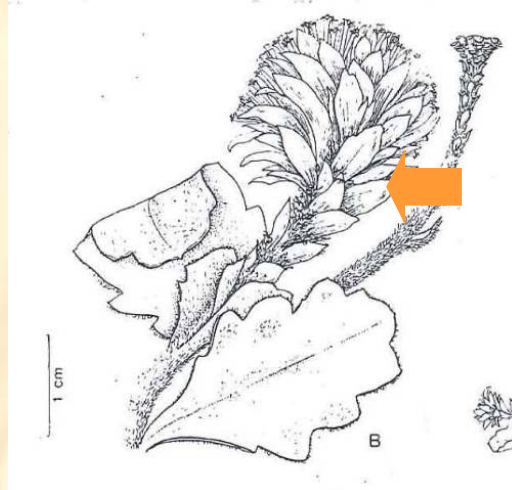
2. TAXONOMIA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE *ALIELLA*: LA SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS*

RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC

● Bràctees del peduncle:



A. ballii



A. platyphylla

Peduncles (0)3–8(19) bràctees en *A. ballii* i (3)6–12(25) bràctees en *A. platyphylla*.



A. embergeri



A. iminouakensis

Peduncles amb poques bràctees en *A. embergeri* 1–3 i *A. iminouakensis* (0)1–2(5). En *Phagnalon* peduncles (0)1–3 a 7–12 bràctees

▶ RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC

● Flors i dipòsits ceris

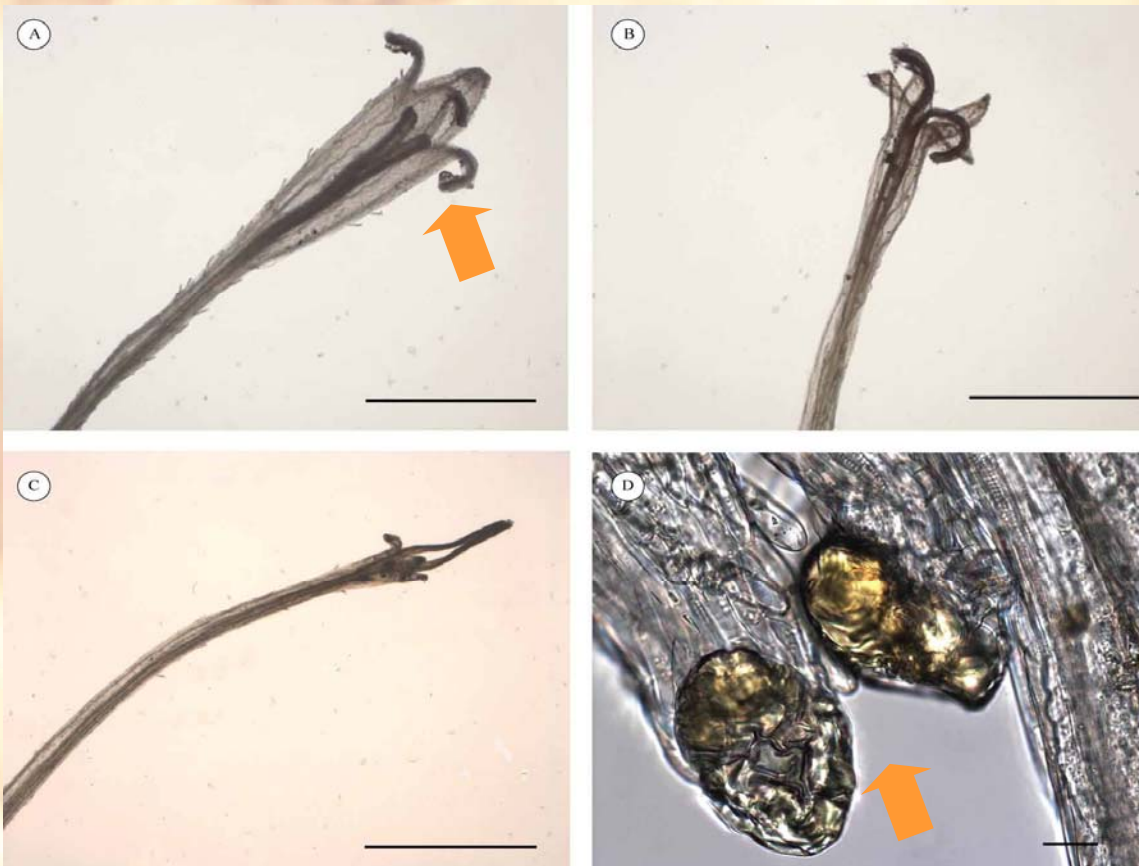


Fig A: *Aliella*. Corol·la de les flors femenines tubular a campanulada de (3.2)4.4–5(6) x (0.2)0.3–0.4(0.8) mm

Fig. B-C: *Phagnalon*. Corol·la de les flors femenines estretament tubular en flors femenines de (2.4)4.4–6(8.6) x (0.075)0.1–0.2(0.57) mm.

Fig. D: S'han observat dipòsits ceris a la superfície abaxial de les flors de totes les espècies d'*Aliella* i de diverses espècies de *Phagnalon*: *Ph. abyssinicum* *Ph. bicolor*, *Ph. carolipau*, *Ph. garamantum*, *Ph. kotschy*, *Ph. latifolium*, *Ph. persicum*, *Ph. phagnaloides*, *Ph. pygmaeum* i *Ph. stenolepis*.

2. TAXONOMIA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE *ALIELLA*: LA SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS*

▶ RESULTATS:

● Longitud apèndixs estèrils de les anteres

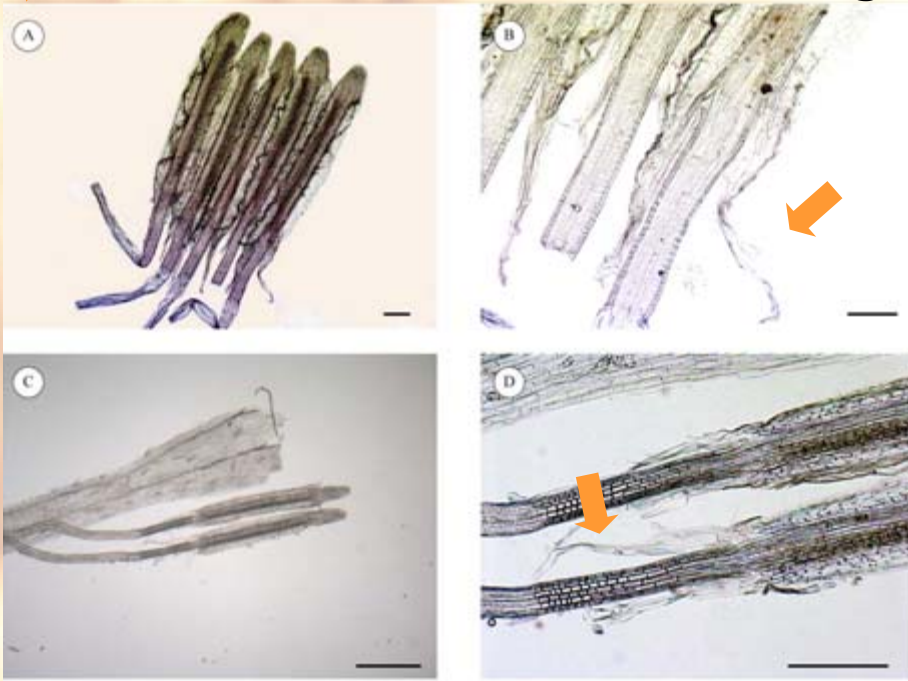
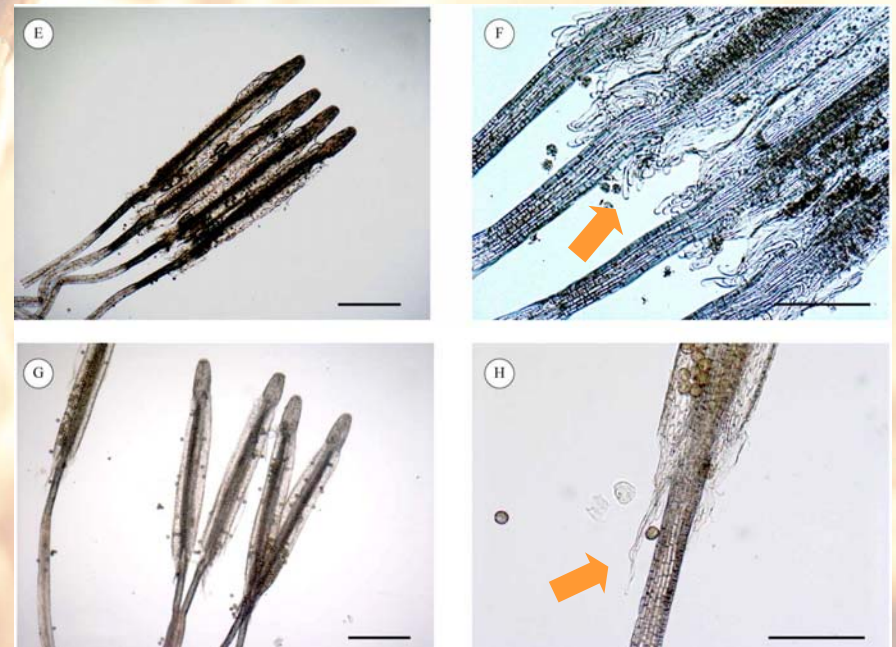


Fig. A-B. Anteres llargament caudades en totes les espècies d'*Aliella* (antera 2.5–3.2 cops més llarga que l'apèndix basal) de (316.94)430–690(807.64) μm

Fig. C-D. Anteres llargament caudades en *Ph. harazianum*, *Ph. viridifolium*, *Ph. woodii* i *Ph. yerrimense* (antera 2.2–3 cops més llarga que l'apèndix basal) de (147.65)260–370(490.93) μm

Fig. E-H. Anteres mitjanament caudades en resta d'espècies de *Phagnalon*. Per ex: *Ph. sinaicum* (Fig. E-F) i *Ph. barbeyanum* (Fig. G-H) (antera 6–10 cops més llarga que l'apèndix basal) de (54.36)130–200(309.18) μm



RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC

● Estils:

Fig. A-C: Branques estilars arrodonides en *Aliella* i *Phagnalon* i amb tricomes receptors obtusos en *A. ballii*, *A. embergeri* i *A. platyphylla* i en la majoria d'espècies de *Phagnalon*.

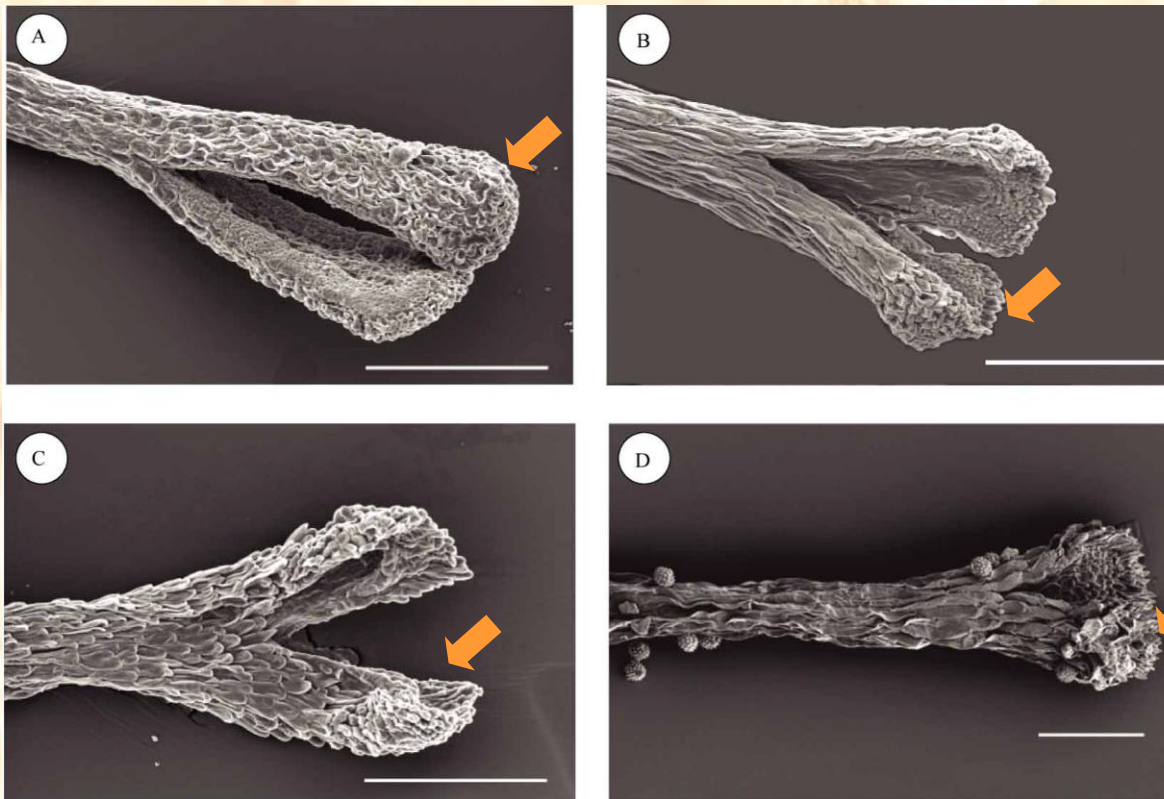


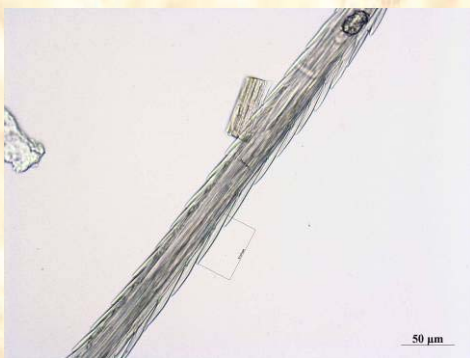
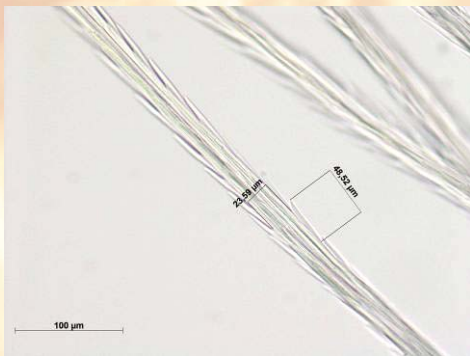
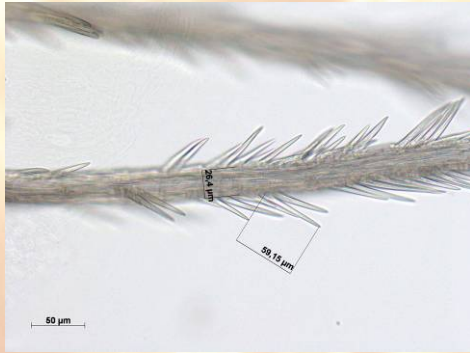
Fig. D: tricomes receptors aguts en *A. iminouakensis* i en *Phagnalon*:

Ph. kotschyi, *Ph. persicum*, *Ph. pycnophyllon*.

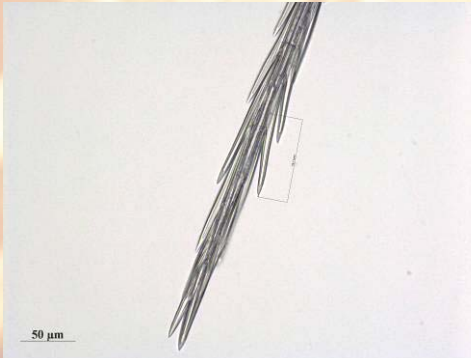
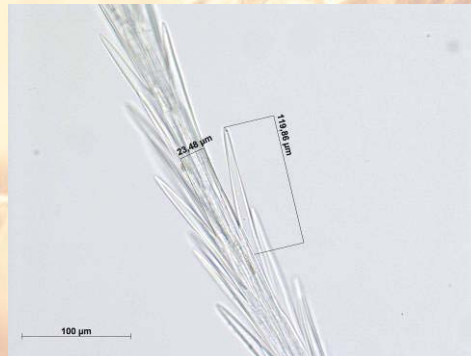
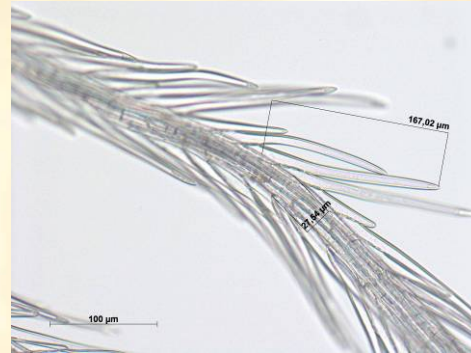
RESULTATS: 2. ESTUDI MORFOLÒGIC

● Pappus

Base de la seta



Àpex de la seta



Pappus barbulat de la base a l'apex en *Aliella*.

Pappus barbulat de la base a l'apex en la majoria d'espècies de *Phagnalon*.

Pappus escàbrid en la base en *Ph. kotschyi*, *Ph. latifolium*, *Ph. lavranosii*, *Ph. nitidum*, *Ph. schweinfurthii*, *Ph. sinaicum*, *Ph. viridifolium*, *Ph. yerrimense*

▶ SÍNTESI TAXONÒMICA

- ▶ Alguns caràcters diagnòstics han mostrat variabilitat i no són compartits entre totes les espècies d' *Aliella* (peduncles densament bracteats només en *A. ballii* i *A. platyphylla*)
- ▶ Altres caràcters diagnòstics són compartits amb espècies de *Phagnalon*:
 - dipòsits ceris en *Aliella* i *Phagnalon*
 - anteres llargament caudades en *Aliella* i *Phagnalon*
 - papus barbulat de la base a l'àpex en *Aliella* i *Phagnalon*
 - alguns *Phagnalon* mostren combinació de caràcters diagnòstics: *Ph. abyssinicum*, *Ph. bicolor*, *Ph. carolipau*, *Ph. garamantum*, *Ph. kotschy*, *Ph. latifolium*, *Ph. persicum*, *Ph. phagnaloides*, *Ph. pygmaeum* i *Ph. stenolepis*
- ▶ Caràcters morfològics exclusius en *Aliella*:
 - flors femenines més amples i tubulars
 - rang de la longitud dels apèndix dels estams superior en *Aliella* que en *Phagnalon*
- ▶ Parafília dels dos gèneres però junts formen grup monofilètic

Aliella



Phagnalon secció *Gnaphaliopsis*

2. TAXONOMIA I FILOGÈNIA DEL GÈNERE *ALIELLA*: LA SECCIÓ *GNAPHALIOPSIS*

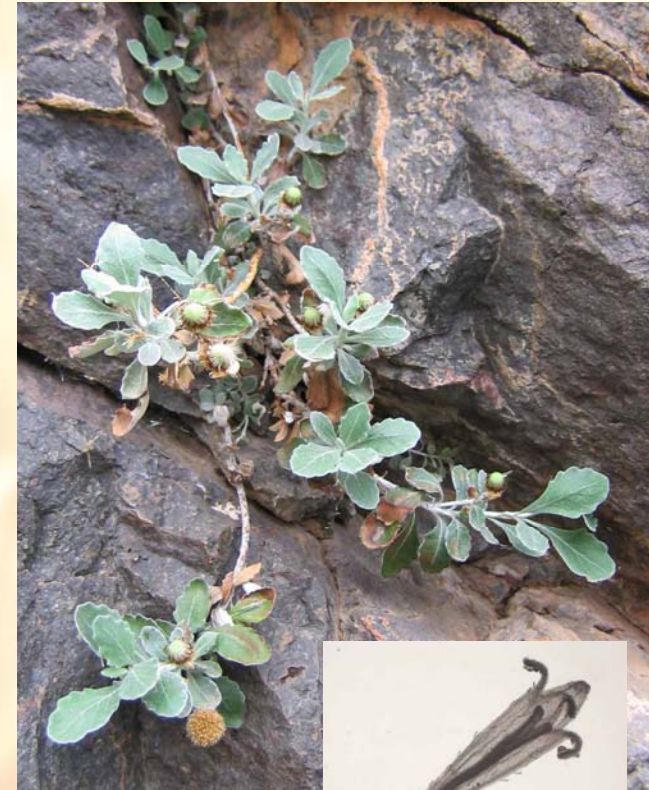
► SÍNTESI TAXONÒMICA

-Tres espècies: *Ph. ballii*, *Ph. iminouakense* i *Ph. platyphyllum*

-Tres tàxons infraespecífics per a *Ph. ballii*, aquesta proposta té recolzament filogenètic i biogeogràfic

-Tres combinacions noves (*Ph. ballii* subsp. *ballii*, *Ph. ballii* subsp. *embergeri* i *Ph. ballii* subsp. *nitidum*) i 4 lectotipificacions noves

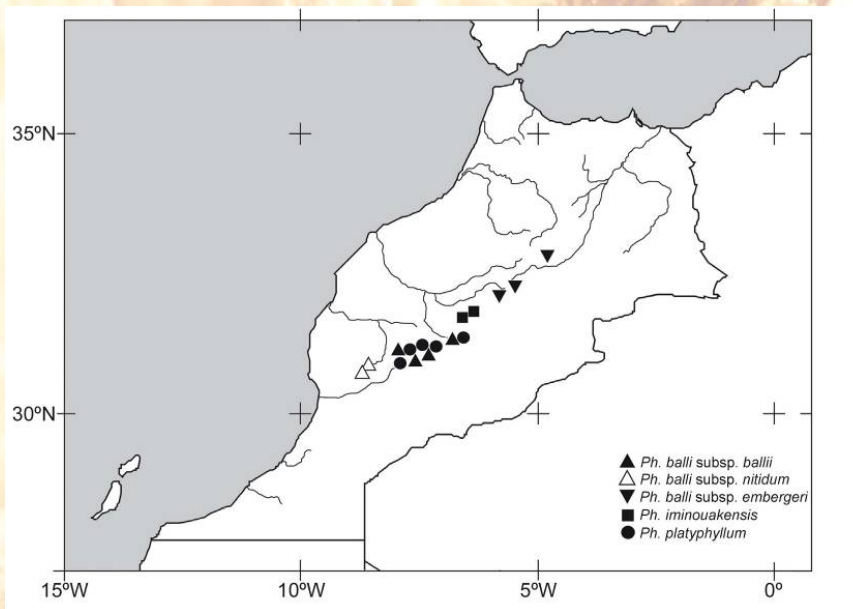
-*Ph. latifolium* exclòs de la secció



Flors femenines
(3.2)4.4–5(6) x
(0.2)0.3–0.4(0.8) mm



Apèdixs antereres
(316.94)430–690(807.64)
µm long





Moltes gràcies